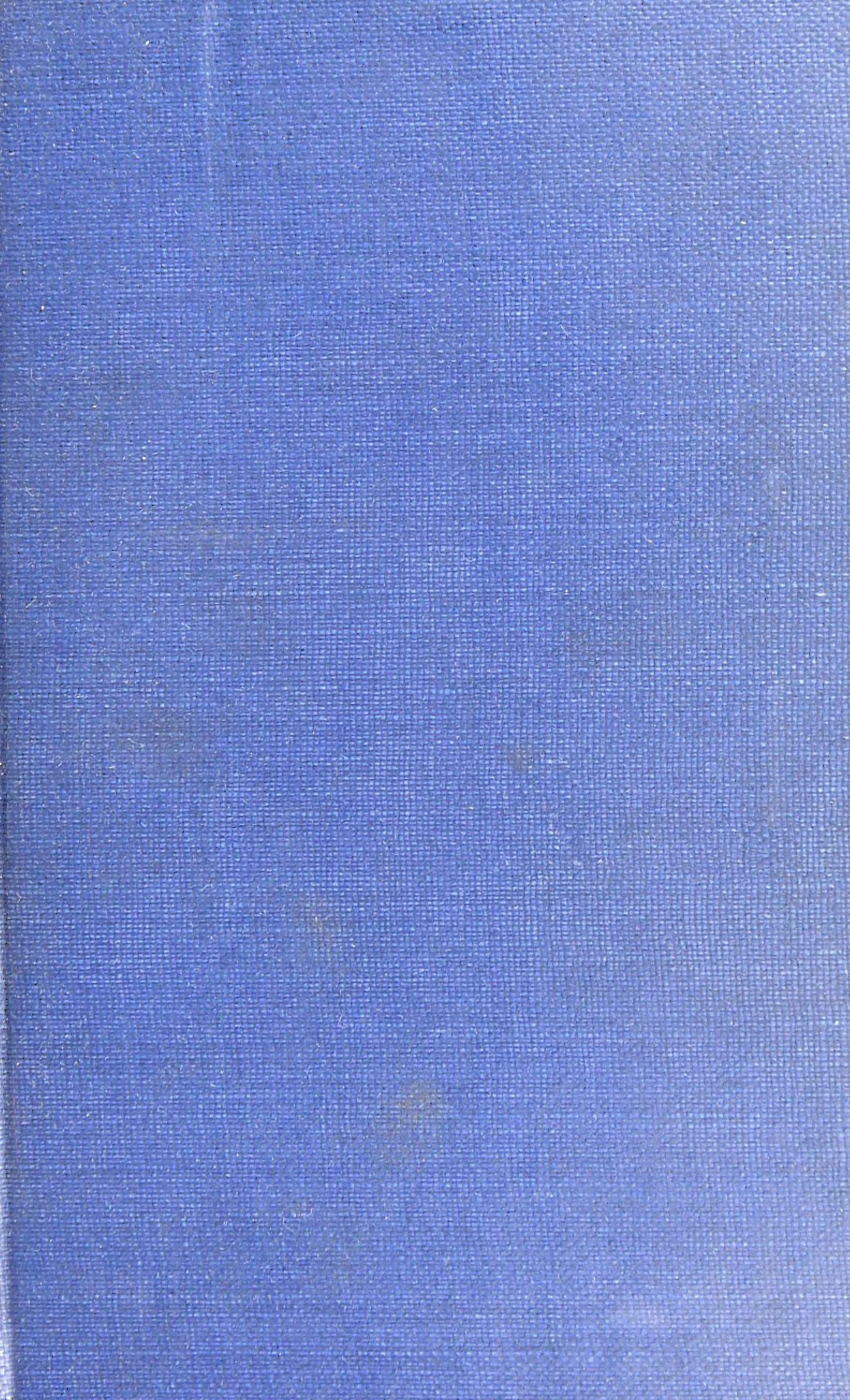


Der

lauf des Lebens.

Physiologische Antworten

auf

's Chemische Briefe,

von

Jac. Moleschott.

Zweite Auflage.

Mainz,
Verlag von Victor v. Zabern.
1855.

[illegible]

Im gleichen Verlage erschienen:

Breisky, Prof. Dr. Carl, Die Diagnose der bösartigen Geschwülste. Nach eigenen Untersuchungen. Mit 5 lithographirten Tafeln. gr. 8. 1847. Rthlr. 2. 15. oder fl. 4. 30.

— — Ueber die Befruchtung des thierischen Eies und über die histologische Deutung desselben. gr. 8. 1855. Rthlr. — 5. oder 18 kr.

Feist, Dr. Fr. Ludw., Ueber die Kopfblutgeschwulst der Neugebornen. gr. 4. 1839. . Rthlr. — 15. oder fl. — 54.

— — Ueber die Heilquellen zu Homburg vor der Höhe. gr. 8. 1842. . . . . Rthlr. — 10. oder fl. — 36.

Mayer, Dr. A., Ueber die Unzulässigkeit der Spinal-Irritation als besonderer Krankheit, nebst Beiträgen zur Semiotik und Therapie des Rückenschmerzes. gr. 8. 1849. Rthlr. 1. 15. oder fl. 2. 42.

Naegele's, Dr. H. Fr., Lehrbuch der Geburtshülfe. Vierte vermehrte Auflage, besorgt von Dr. Wold. Ludw. Grenser, Direktor und Professor in Dresden. Mit 22 Holzschnitten. gr. 8. 1854. Rthlr. 3. 15. oder fl. 6. —

— — Die geburtshülfliche Auscultation. gr. 8. 1838. Rthlr. — 22½. oder fl. 1. 21.

— — Die Lehre vom Mechanismus der Geburt, nebst Beiträgen zur Geschichte derselben. 8. 1839. Rthlr. 1. 10. oder fl. 2. 24.

Naegele, Dr. Fr. Carl, Vater, Das schrägverengte Becken, nebst einem Anhang über die wichtigsten Fehler des weiblichen Beckens überhaupt. Mit 16 Tafeln. 4. 1839. kartonnirt. . . . . Rthlr. 3. — oder fl. 5. 24.
Dasselbe in einer Prachtausgabe Rthlr. 4. 15. oder fl. 8. 6.

v. Ritgen, Dr. Ferd. Aug. Max., Lehr- und Handbuch der Geburtshülfe für Hebammen. gr. 8. 1848. Rthlr. 2. — oder fl. 3. 36.

Roth, Dr. H., Das kalte Schwefelwasser zu Bad-Weilbach im Herzogthum Nassau, nach eigenen Betrachtungen in medicinischer Hinsicht dargestellt. gr. 8. 1847. Rthlr. — 20. oder fl. 1. 12.

Der

Kreislauf des Lebens.

Physiologische Antworten

auf

Liebig's Chemische Briefe,

von

Jac. Moleschott.

Zweite Auflage.

Mainz,

Verlag von Victor v. Zabern.

1855.

Druck von Th. v. Zabern in Mainz.

Vorwort.

Nachstehende Blätter übergeben dem deutschen Volke einen Versuch, der sich zu meiner Physiologie des Stoffwechsels für Naturforscher, Landwirthe und Aerzte nicht unähnlich verhält, wie die Lehre der Nahrungsmittel für das Volk zur Physiologie der Nahrungsmittel, welche den Fachmännern einen Leitfaden zu einer vernünftigen Diätetik in die Hand zu legen strebte.

Was indeß diese Briefe von der Lehre der Nahrungsmittel wesentlich unterscheidet, ist die freiere Form, durch die es mir gestattet war, eine Gedankenreihe, unbekümmert um die Vollständigkeit eines Lehrbegriffs, tiefer und, wenn ich nicht irre, anregender zu entwickeln, als es die straffere Gliederung des Ganzen und die unmittelbare Beziehung auf tief einschneidende Lebensfragen in der Lehre der Nahrungsmittel erlaubten.

In allen Fragen, die nicht aus dem täglichen Lebensbedürfniß entspringen, ist Anregung des Volks durch die allgemeine Gedankenentwicklung, die uns zu Menschen

macht, ein viel näheres und vielleicht wichtigeres Ziel, als erschöpfende Belehrung. Es war mein Streben, zu zeigen, wie solche Gedankenentwicklungen nur dann Leben haben, wenn sie durch das Bild der Thatsachen eine feste, verkörperte Gestalt annehmen. Möchte es mir gelungen sein, es in anregender Weise zu thun. Denn, daß ich es ehrlich ausspreche, ich wollte auch hier mein Scherflein beitragen, um inhaltslose Satzungen einer willkürlichen Ueberlieferung durch chemische Wagen, durch Luftpumpen und Vergrößerungsgläser vom Lehrstuhl zu verdrängen. Unsere Zustände werden sich nicht eher frei entfalten, bis wir schöpfen aus dem Born der Wirklichkeit, und dann sind wir gleich weit von den Geheimnissen der Kirche, wie von den Träumen derer, die sich Idealisten nennen und doch zu wenig vertraut sind mit dem Ursprung der Idee, um sie in dem offenen Wunder der in Stoff und Formen lebenden Natur zu schauen.

Heidelberg, 3. April 1852.

Jac. Moleschott.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

An Justus Liebig. 1

Erster Brief.

Offenbarung und Naturgesetz. 11

Zweiter Brief.

Erkenntnißquellen des Menschen. 20

Dritter Brief.

Unsterblichkeit des Stoffs. 36

Vierter Brief.

Das Wachsthum von Pflanzen und Thieren. 45

Fünfter Brief.

Die Erde als Werkzeug der Schöpfung von Pflanzen und Thieren. 55

Sechster Brief.

Kreislauf des Stoffs. 68

Siebenter Brief.

Die Pflanze und der Boden. 87

Achter Brief.

Pflanzen und Thiere. 99

Neunter Brief.

Ernährung und Athmung. 116

Zehnter Brief. Seite
Entwicklung der Nahrung im Thierkörper. 131
Elfter Brief.
Asche der Thiere und Menschen. 147
Zwölfter Brief.
Rückbildung im Thier. 174
Dreizehnter Brief.
Rückbildung in der Pflanze. 199
Vierzehnter Brief.
Die Wärme von Pflanzen und Thieren. 224
Fünfzehnter Brief.
Die allmälige Entwicklung des Stoffs. 261
Sechszehnter Brief.
Der Stoff regiert den Menschen. 286
Siebenzehnter Brief.
Kraft und Stoff. 322
Achtzehnter Brief.
Der Gedanke. 375
Neunzehnter Brief.
Der Wille. 420
Zwanzigster Brief.
Für's Leben. 452
Anmerkungen 481

An

Justus Liebig.

Es giebt ein Verhältniß von Schriftstellern zur Wissenschaft, das die Persönlichkeit weit über die Persönlichkeit hinaushebt. Ich meine nicht das sichere Gefühl persönlicher Unverletzlichkeit, das Jeden panzert, der in der Wissenschaft nur die Wahrheit sucht, nur die Lust der sinnlichen Beobachtung und die Freude des Denkens. Ich denke nicht an die freie Ruhe der Schriftsteller, die nur schreiben, weil sie der Drang der Erkenntniß zwingt, ihren Gedanken Gestalt zu geben, und von deren Gegnern Göthe an Schiller schrieb: „es ist lustig zu sehen, „was diese Menschenart eigentlich geärgert hat, was sie „glauben, daß Einen ärgert, wie schaal, leer und gemein „sie eine fremde Existenz ansehen, wie sie ihre Pfeile „nur gegen das Außenwerk der Erscheinung richten, wie „wenig sie auch nur ahnen, in welcher unzugänglichen

„Burg der Mensch wohnt, dem es nur immer Ernst „um sich und um die Sachen ist.“

Mir schwebt vielmehr die litterarische Bedeutung im Sinn, vermöge welcher die Anschauungen eines einzelnen Mannes in der gegebenen Zeit einen Theil der Wissenschaft ausmachen. So steht es mit vielen Ansichten, die Sie in Ihren chemischen Briefen ausgesprochen haben, und die, mit Ihrem Namen an der Spitze, ein Banner bilden, um das sich Viele der besten Träger der Wissenschaft mit Ueberzeugung schaaren. Wer es weiß, daß die Wissenschaft in keiner anderen Form Wirklichkeit hat, als in dem Wissen der Menschen eines bestimmten Zeitalters, der wird mir es gerne vergönnen, daß ich Ihre mit Ansichten beschriebene Fahne für eine der wichtigsten Rollen der Wissenschaft erkläre.

Auch mich hat diese Fahne begeistert, aber, ich gestehe es frei, oft nicht um ihr zu folgen. Ich habe in meinen Antworten auf Ihre Briefe meinen Ansichten, die häufig den Ihrigen schroff entgegenstehen, einen Ausdruck verliehen, und ich klage mich deshalb nicht der Unbescheidenheit an. Sie sind kein Physiologe und ich kein Chemiker. Aber ich habe denselben Stoff, den Sie so anregend zu ordnen wußten, mit gleicher Liebe aufgefaßt und mit der Kraft des Gedankens gehegt. Mein Verhältniß zum Stoff ist ein anderes, und daraus erwuchsen andere Ansichten. Auf eine vorurtheilsfreie Prüfung muß auch meine Darstellung ein Anrecht haben, weil die Wissenschaft als solche stets frei sein wird von den Staatsformen, welche gewissen Menschenklassen den freien, unbefangenen Verkehr mit anderen versagen.

Wenn deshalb der Kampf oft mein Mittel sein sollte, der Kampf war nicht mein Ziel. Und weil ich diese Blätter für das Volk schrieb, würde ich Ihren und andere Namen gern umgangen haben, wenn ich nicht in Ihren Briefen ein Stück Wissenschaft ehrte, das wir Alle gebrauchen möchten, aber ohne Prüfung nicht gebrauchen können.

Ihre Anschauung ist Ihr Besitzthum und aus einer mächtigen Entwicklung hervorgewachsen. Für Ihren eigenen Genuß dieses Besitzthums sind Sie unverantwortlich. Sie wissen, weshalb Sie Ihren Folgerungen den Vorzug ertheilen. Ich bin deshalb weit entfernt, Sie durch meine Antworten belehren zu wollen. Sie kennen auch den Stoff, den ich hier zu ordnen und für das Volk in weiten Kreisen, nicht bloß für die Aristo-

kratie der Bildung, genießbar zu machen suchte. Ich will für mich nur das Recht, aus diesem Stoff auch meine Folgerungen zu ziehen; ich vermesse mich nicht zu hoffen, daß meine Darstellung Sie überzeugen könnte. Und darum sind diese Antworten nicht unmittelbar an Sie gerichtet.

Nichtsdestoweniger mochte ich für jetzt keinen andern Titel wählen, um ein ehrliches Zeugniß abzulegen von der Anregung, die auch ich aus Ihren Briefen geschöpft. Zugleich aber wünschte ich mein Wort an die Leser zu bringen, die, ebenso wie ich, Ihre Ansichten für ein Bruchstück der Wissenschaft halten, ohne deutlich einzusehen, daß die Wissenschaft nur immer im Werden begriffen ist. Möchten mir außerdem recht viele Leser zu Theil werden, die zu den ausgesprochensten Gegnern

meiner Anschauung gehören, Gegner, schroffe und bittere, die sich durch meine Antworten auf die Briefe zurückführen lassen, welche mein Buch in's Leben riefen. Mögen sie es versuchen, aus Ihren Briefen das Rüstzeug zu sammeln, mit dem sich mein Gebäude zertrümmern läßt. Mögen sie aber, und das ist der feurigste Wunsch, den ich an alle meine Leser richte, bei Ihnen, wie bei mir, nicht nach Ansichten suchen, sondern nach Beweisen. Ansichten findet man in allen Formen überall. Und wer mich nach den Ansichten beurtheilen will, dem kann ich unter hundert Fällen wohl neunundneunzigmal die Mühe sparen: er wird mich verdammen. Ich bin darauf gefaßt. Wer sich aber die Mühe giebt, in meinem Buche Beweise zu suchen und zu prüfen, wie sich jetzt das thatsächliche Wissen verhält zu den Gedanken,

welche die Welt in der zweiten Hälfte des achtzehnten Jahrhunderts und sonst noch öfter in Bewegung setzten, der wird sich unter zehn Fällen vielleicht neunmal versöhnen lassen.

Jac. Moleschott.

Erster Brief.

Offenbarung und Naturgesetz.

In dem Staate, der Kunst und der Natur kommen die Kämpfe, die das Mark unseres Lebens durchwühlen, deshalb langsam zur Entscheidung, weil sich an dem Widerstreit der Elemente nicht nur Gegensätze, sondern auch Vermittlungen und Halbheiten betheiligen. Weil solche Halbheiten zur Entwicklung gehören, sind sie offenbar nothwendig und berechtigt; sie sind geeignet, die Aufmerksamkeit des Forschers und Darstellers der Geschichte in hohem Grade in Anspruch zu nehmen.

Auf dem Gebiete des Staats sind jene Vermittlungen, die der Geschichtschreiber als Entwicklungsstufen nicht übersehen darf, gleich verhaßt für die beiden Machthaber der Menschheit. Die Regierungen des heutigen Tages stehen und fallen mit der Gnade Gottes. Das Volk kämpft für seine menschliche Einsicht. Volk und Regierung glauben beide nicht mehr an eine Versöhnung der Gnade mit der Einsicht, sie glauben beide im Jahre

1852 weder an die Klugheit, noch an die Würde einer gewesenen Partei, welche die Gegensätze göttlicher Erleuchtung und menschlicher Freiheit zu einigen versprach.

So weit sind die Würdenträger der Kunst und der Wissenschaft noch nicht. Hier herrscht noch in weiten und — daß wir es ja nicht übersehen — in fruchtbaren Gauen ein hoffendes oder ängstliches Verlangen, die Beobachtung der Sinne mit der unsinnlichen Eingebung zu verketten. Wir leben in einer Zeit, in der Könige und Priester mit Bürgern kämpfen um die Baustoffe, welche die Kunst und die Wissenschaft zur neuen Weltordnung zusammentragen. Zwischen den kämpfenden Parteien stehen diejenigen, die es mit beiden nicht verderben möchten.

Und dennoch sind sich die Offenbarung und die Erkenntniß mit freigegebenen, aber immerhin gegebenen Sinnen in dem Bereich der Wissenschaft eben so schroff entgegengesetzt, wie im Leben des Staats. Wir müssen zwischen links und rechts dort so überzeugt wählen wie hier, wenn wir uns das Vertrauen sichern wollen, das überall nur einer unbedingten Folgerichtigkeit in Anschauungen und Grundsätzen gezollt wird.

Der Standpunkt der Offenbarung beginnt mit der Gnade Gottes.

„Wir aber", sagt Luther, „beginnen von Gottes „Gnaden seine Wunder und Werke auch in dem Blüm-

„lein zu erkennen, wenn wir bedenken, wie allmächtig „und gütig Gott sei."

Auf diesem Standpunkt ist die Welt uns die Offenbarung der Größe und Weisheit ihres Urhebers. Die Welt ist „die Geschichte der Allmacht, der unergründ„lichen Weisheit eines unendlich höheren Wesens."

Diese Welt ist eine Bildungsanstalt des Menschen. Ihre Geschichte vervollkommnet den menschlichen Geist; sie erhebt die „unsterbliche Seele zum Bewußtsein der „Würde und des Ranges, den sie im Weltall einnimmt."[1])

Es ist ein ganz entsprechender Ausdruck dieser Anschauung, daß „die Weisheit des Schöpfers" die organischen Bestandtheile der Pflanzen, Zucker und Eiweiß, „zum „Nutzen des Menschen bestimmt"[2]). Wir lernen, „daß „eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen hat, „daß die Speisen höchst ungleich in ihrem Kohlenstoff„gehalt sind"[3]). Wir brauchen nach einem obersten Grunde der Weltordnung nicht emsig zu suchen; sie ist durch „providentielle Ursachen" bedingt.[4])

Aus dieser Anschauung schöpfen Tausende von Gemüthern die Inbrunst des Gebets. Der Weg der Offenbarung führt zum Beten, nicht zum Forschen, denn die Weisheit der Vorsehung ist „unergründlich."

So weit liegt die strengste Folgerichtigkeit in einem Kreise von Vorstellungen, die viel weniger christlich als heidnisch sind. Die Heiden richteten ihre Gebete nicht an

„rohe Naturgewalten", wie Liebig meint[5]); sie beteten zu „providentiellen" Ursachen. Jede unerforschte Naturkraft war ein Gott oder ein Dämon, der sich durch Opfer und Gebet gewinnen oder sühnen ließ.

Obgleich die obigen Vorstellungen aus Liebig's chemischen Briefen entlehnt sind, bezeichnen sie doch keineswegs den Standpunkt, welchen Deutschlands größter Chemiker einnimmt. Denn Liebig hat es deutlich ausgesprochen: durch die Offenbarung allein gewinnt der Mensch keine Vorstellung von der Allmacht.

„Die Kenntniß der Natur ist der Weg; sie liefert „uns die Mittel zur geistigen Vervollkommnung"[6]. „Ohne die Kenntniß der Naturgesetze und der „Naturerscheinungen scheitert der menschliche Geist in „dem Versuche, sich eine Vorstellung über die Größe „und unergründliche Weisheit des Schöpfers zu schaffen; „denn alles was die reichste Phantasie, die höchste „Geistesbildung an Bildern nur zu ersinnen vermag, „erscheint gegen die Wirklichkeit gehalten, wie eine „bunte, schillernde, inhaltslose Seifenblase."[7])

Wenn Du nun glaubst, mit diesen Worten sei jeder Zweifel gelöst und Liebig hätte so bestimmt wie möglich der Erkenntniß den Vorzug eingeräumt vor Wunderglauben und Offenbarung, dann lies mit mir noch folgende Stelle: „Die einfache Erkenntniß der „Natur, sie drängt uns mit unwiderstehlicher Kraft die

„Ueberzeugung auf, daß dieses etwas (der menschliche „Geist) nicht die Grenze ist, über welche hinaus nichts „ihm Aehnliches und Vollkommneres mehr besteht; un„serer Wahrnehmung sind seine niedrigeren und nie„drigsten Abstufungen allein zugänglich, und wie eine „jede andere Wahrheit in der Naturforschung, begrün„det sie das Bestehen eines höheren, eines unendlich „höchsten Wesens, für dessen Anschauung und „Erkenntniß die Sinne nicht mehr zureichen, „das wir nur durch die Vervollkommnung der Werk„zeuge unseres Geistes in seiner Größe und Erhabenheit „erfassen." [8])

Also die „Kenntniß der Naturgesetze" befähigt den Menschen zur Vorstellung von einem Wesen, „für dessen „Anschauung und Erkenntniß die Sinne nicht mehr zu„reichen."

Das heißt aber: sinnliches Forschen befähigt den Menschen zu unsinnlicher Wahrnehmung, oder Erkenntniß der Natur vervollkommnet die Werkzeuge, mit denen die geoffenbarte Wahrheit aufgefaßt wird.

Ich kann nur den Widerspruch bezeichnen, die Vermählung der Erkenntniß mit der Offenbarung vermag ich nicht auszudrücken. Deshalb mußt Du noch mehr bei Liebig lesen. „Darin liegt eben der hohe Werth „und die Erhabenheit der Naturerkenntniß, daß sie das „wahre Christenthum vermittelt. Darin liegt das Gött-

„liche des Ursprungs der christlichen Lehre, daß wir „den Besitz ihrer Wahrheiten, die richtige Vorstellung „eines über alle Welten erhabenen Wesens nicht dem „menschlichen Wege der empirischen Forschung, sondern „einer höheren Erleuchtung verdanken.“ 9)

Gewiß war nie eine Stelle besser und aufrichtiger gemeint, und zugleich nie ein Wort eindringlicher dazu geeignet, von rechts und links verketzert zu werden. Du wirst es mit mir dahingestellt sein lassen, wie übel es um die Apostel stehen würde, wenn wirklich Naturerkenntniß das wahre Christenthum vermitteln sollte. Christus hat Wasser in Wein verwandelt und Todte lebendig gemacht.

Hier liegt uns jede Verketzerung fern. Aber über die Halbheit, zu der ein Drang der Vermittlung einen Naturforscher wie Liebig geführt hat, soll Niemand stillschweigend hinweggehen, dessen sinnlicher Verstand sich tief verletzt fühlt von dem unentwirrbaren Widerspruch, in den sich ein hervorragender Mensch verwickelt hat.

Wenn wir uns ohne Kenntniß der Naturgesetze den Schöpfer nicht vorstellen können, wozu dient uns denn die Offenbarung? Und wenn wir die besten Wahrheiten nur einer höheren Erleuchtung verdanken können, einer Erleuchtung, deren unsere Sinne nicht fähig sein sollen, wozu denn die Erforschung von Naturgesetzen und Naturerscheinungen? Entweder hat Christus mit

wenigen Broden und noch wenigeren Fischen Tausende von Hungrigen gesättigt, und dann steht die geoffenbarte Wahrheit über der natürlichen. Oder aber wir können uns ohne die Kenntniß von Naturgesetzen die höchste Vorstellung nicht machen, und dann waren jene Tausende nicht hungrig. Die eine Annahme schließt unwiderruflich die andere aus.

Die Halbheit der Vermittlung führt den Unaufrichtigen zur Lüge, den Aufrichtigen zur vollendeten Unklarheit.

Oder ist es nicht unklar, wenn Liebig dem Schöpfer gegenüber von Naturgesetzen spricht? Das Naturgesetz ist der strengste Ausdruck der Nothwendigkeit, aber die Nothwendigkeit widerstreitet der Schöpfung. Dann kann man auch den Schöpfer nicht aus dem Naturgesetz verstehen. Wer es aufrichtig zu thun glaubt, den hält eine große Anzahl von Menschen mit Recht für unklar.

Darum ist es nicht zu verwundern, wenn Liebig der Entwicklung des Menschengeschlechts kein Gesetz des Fortschritts, sondern nur die Abhängigkeit von Willkür und Gnade zugesteht. Sonst würde er zugeben, daß die höchste Geistesbildung des Menschen nichts Naturwidriges ersinnen kann, und daß ein reines Kunstwerk keiner inhaltslosen Seifenblase gleichzusetzen sei. Nach Liebig ist „Sir Robert Peel nur das Werkzeug „gewesen, dessen sich die Vorsehung" bediente, um die Kornzölle in England aufzuheben. [10])

Forschung und Glaube, beide Thätigkeiten des Menschen suchen die Abhängigkeit des Einzelwesens, der Gattung, des Weltenlaufs zu erklären.

Der Standpunkt der Offenbarung unterscheidet sich von dem der Erkenntniß nur dadurch, daß jene eine Wirkung mit einer Ursache in Verbindung bringt, die durch tausend und mehr andere unbekannte Zwischenglieder vermittelt wird. Je nach der Bildungsstufe wird die entfernte Ursache anders getauft, anders von Griechen und Römern als von Christen, anders von der Bibel als vom Naturforscher. Aber alle sind von dem gleichen religiösen Bedürfniß getrieben, von dem gleichen Abhängigkeitsgefühl, aus dem Schleiermacher und Feuerbach die Religion erklären. Nur der Forscher begnügt sich nicht mit der Offenbarung einer entfernten Ursache, von der er sich keine Vorstellung machen kann. Er sucht für jede Erscheinung die nächste Quelle, für jede Quelle einen Grund, weiter und weiter rückwärts, so lange die sinnliche Wahrnehmung reicht. Die Folgerichtigkeit von Ursache und Wirkung ist sein Gesetz, ein Gesetz, das er sich nicht vorschreiben läßt durch Offenbarung, sondern finden will durch Erkenntniß.

Forschung schließt also Offenbarung aus. Jede Vermittlung scheitert an den Widersprüchen, durch welche wir oben Liebig seine Klarheit einbüßen sahen.

Es hieße Eulen nach Athen tragen, wenn man in

dem Lande, in welchem Ludwig Feuerbach seine unsterbliche Kritik vom Wesen des Christenthums geschrieben hat, die Beispiele häufen wollte, um den unlöslichen Widerspruch zu erörtern, in welchem die Allmacht eines Weltenschöpfers mit Naturgesetzen steht. Und man kann nur entweder die erhabene Selbstverläugnung oder die seltsame Unklarheit von Naturforschern bewundern, die nicht müde werden, dort nach Maaß und Regel zu forschen, wo Eine Willensthat ihrer vorausgesetzten Allmacht den wankenden Gang der Erscheinungen plötzlich entfesseln kann von der nothwendigen Bedingtheit der Wirkungen durch Ursachen.

Zweiter Brief.

Erkenntnißquellen des Menschen.

So lange die Naturkunde bei den Griechen nicht weiter gediehen war als zur Beobachtung dreier Zustände des Stoffs, die wir als fest, flüssig und luftförmig bezeichnen, lehrten griechische Weisen das Bestehen von vier Elementen. Zu Erde, Luft und Wasser fügten sie das Feuer hinzu, welches die Macht hat, Eis in Wasser und Wasser in Dampf zu verwandeln.

Nachdem in der Scheidekunst der neueren Zeit der Begriff des Elements einen Körper bezeichnete, den unsere künstlichen Mittel nicht weiter in Stoffe von verschiedenen Eigenschaften zerlegen können, wuchs die Zahl der Elemente oder Grundstoffe. Vor wenigen Jahren lehrte man fünfzig, jetzt sechzig und mehr.

Aehnlich erging es der Zahl der Planeten, ähnlich geht es täglich der Zahl von Pflanzen und Thieren. Mit der Vermehrung beobachtender Menschen wächst die Zahl der Körper, der Grundstoffe, der Sterne, der Pflanzen und Thiere, die in das Bereich menschlicher Sinne fallen.

Es ist seltsam, aber wahr, daß es wissenschaftlich gebildete Männer giebt, die es der Philosophie zum Vorwurf machen, daß sie den Mittelpunkt des jeweiligen Kreises bekannter Thatsachen zum Standort wählte, um das Licht allgemeiner Gedanken zu entzünden, daß ihr Licht nicht weiter reichte als der Strahl jenes Kreises.

Seltsam ist der Vorwurf besonders deshalb, weil er von einer Schule ausgeht, die sich mit Vorliebe die geschichtliche nennt. Als wenn es nicht so natürlich wäre, wie es nothwendig ist, daß die Philosophie allemal nichts weiter darstellt, als den geistigen Ausdruck der jedesmaligen Summe von Beobachtungen, die der sinnliche Mensch errungen hat. Natürlich aber und nothwendig ist dies, weil die Geschichte eines jeden Jahrhunderts es eindringlich lehrt.

Und warum wird jene Rüge so häufig gegen die Philosophie ausgesprochen? Aus keinem anderen Grunde, als weil es noch immer Gelehrte giebt, die Philosophie und Wissenschaft trennen.

Jedermann weiß, wie bald die Menschheit jenem klassisch goldnen Zeitalter entwuchs, in dem das tiefste Denken mit dem reichsten Wissen unzertrennlich verknüpft war. Denn Philosophiren heißt Denken und Wissen heißt Thatsachen kennen auf den Gebieten der Natur, der Kunst und des Staats. Es ist nur einmal da gewesen, das Beispiel des Aristoteles, der dem Naturforscher

ein System, der Kunst Gesetze, dem Staate Weisheit gab. Aristoteles vermochte es, weil er zugleich Thiere, Kunstwerke und Menschen aus eigener Anschauung kannte und seine Anschauung zu Gedanken verarbeitet hat.

Nachher war die Philosophie so lange die Magd der Wahrnehmungen von Priestern und Zauberlehrlingen, daß wir uns nicht wundern dürfen, wenn man auch umgekehrt die Erfahrung in ein dienendes Verhältniß zur Philosophie hat zwängen wollen.

Eben dieses Zerfallen zweier Richtungen, die nur durch ihre Vereinigung das Bedürfniß gereifter Menschen befriedigen, erklärt die sonst so widersinnige Klage, daß die Philosophie nicht über ihren Schatten springen könne.

Als man besonders im Mittelalter die frische Sinnlichkeit verließ, um des vereinzelten Verstandes Irrwahn zu erschöpfen, da verkrüppelten die Sinne und das Denken. Der Vernunft gebot die Strenge des kirchlichen Ansehens oder die Willkür des schulmeisterlichen Spiels, und es verkündigte schon ein Gesunden der erkrankten Sinne, als man stolz der nüchternen Ueberlieferung der Alten den Rücken kehrte, um sich mit der Wärme neu keimender Fruchtbarkeit geheimen Verwandtschaften zwischen der offenbarenden Natur und dem Gefühlsleben der Menschen hinzugeben.

„Die Augen, die an der Erfahrenheit Lust haben, „die seien die rechten Professoren", sagte Paracelsus,

und er sprach das Losungswort der Zeit, die, den großen Brüsseler Zergliederer Vesal als ihren Luther preisend, des Menschen Herz und Nieren prüft.

Aber der Weg der Erfahrenheit ist lang, und wir wissen nicht, wie weit er schon zurückgelegt ist. Wir dürfen uns nicht allzusehr verwundern, daß seine Wanderer oft sich sträuben gegen den unerfahrenen Idealisten, der ihm die Leuchte der Thatsachen beschattet.

Nur ist es ebenso natürlich, daß sich die Philosophie auf eine Zeitlang aus dem Strom der ungeläuterten Erfahrung zu retten suchte, um mit einem gegebenen Schatz von Wahrnehmungen den Versuch zu wagen, die Gesetze des Denkens für sich zu bestimmen.

So entstanden Alchemie und Astrologie und eine Arzneikunst, die in Jahrtausenden wohl allerlei Zeichen und Heilmittel, aber kaum ein einziges Gesetz zu Tage gefördert hat. So entstand die Logik als ein Formular von Schulweisheit, das Deutschlands strebsamste Köpfe als einen dornigen Umweg zu ihrer Entwicklung erkennen.

Wohl uns, wenn der Streit mit diesem Ausspruch gelöst wäre, wenn ich einfach sagen dürfte, daß das Verständniß der Entzweiung allgemein und deshalb die Versöhnung gesichert sei.

Zahlreiche Forscher einer Neuzeit, zu welcher Vesal und Luther nur die Schwelle bauten, und die sich seit

dem Ende des vorigen Jahrhunderts mit langen Ruhezeiten im Kampfe übt, sehr gewichtige Forscher dieser Neuzeit trennen die Philosophie von der Erfahrung, weil sie an angeborene Anschauungen glauben.

Seit Kant hat man sich darin gefallen, die Mathematik als eine reine Wissenschaft zu betrachten. Die Mathematik wäre von vorn herein eine Bethätigung des menschlichen Denkens, unabhängig von der Erfahrung.

Lehrt man es doch den Kindern, daß sie den höchsten Gipfel des von den Sinnen befreiten Denkens ersteigen können, wenn sie von einigen Vordersätzen ausgehen wollen, die als Eigenschaften ihres Verstandes mit auf die Welt gebracht würden und nur der geweckten Erinnerung bedürften.

Solche Vordersätze nennt der Mathematiker Axiome, und er überzeugt Kinder und Männer, wenn er ihnen Sätze vorhält, wie da sind, daß das Ganze größer sei als ein Theil, und das Ganze gleich der Summe seiner Theile. Und doch weiß dies kein Kind, das es nicht hundertmal gesehen hat, wie ein Apfel verschwindet, wenn man ihn in vier Stücke zerschneidet und diese Stücke an vier Knaben vertheilt.

Raum und Zeit sind nichts weniger als unsinnliche Vorstellungen. Kant sagt, es seien Anschauungen, die der Sinnlichkeit angehören. Er sagt damit zu wenig. Raum und Zeit gehören nicht bloß der Sinnlichkeit an

und sind nicht bloße Anschauungen. Raum und Zeit sind Begriffe, aber Begriffe, welche ohne die sinnliche Wahrnehmung des Nebeneinander und Nacheinander nimmermehr gefunden wären. Ja, die Wahrnehmung einer räumlichen Veränderung mußte der Anschauung eines zeitlichen Unterschieds vorausgehen. Als man die Bewegung des Sands in der Sanduhr und die Schwingungen des Pendels zählte, da hatte man das Mittel gefunden, um die Zeit durch räumliche Veränderung zu messen. Umgekehrt maß man die Entfernung zweier Orte durch die Zeit, das heißt aber immer wieder durch die sinnliche Wahrnehmung der Bewegung am Zeiger einer Uhr, am Schatten oder am Sande. Aller dieser sinnlichen Wahrnehmungen bedurfte es, um sich zu den Begriffen von Raum und Zeit erheben zu können.

Und dennoch spricht Liebig von den „blöden Sinnen des Menschen“ [11]) und rühmt von der Idee, daß „Niemand weiß, von wo sie stammt.“ [12])

So lange dieser Standpunkt Vertreter findet, Vertreter von Liebig's Genialität und Kenntnissen, so lange arbeitet die neue Welt an der ersten Errungenschaft, die schon Aristoteles für sich besaß, daß alle Wahrheit von den Sinnen kommt. Es ist in unserm Verstande nichts, was nicht eingegangen wäre durch das Thor unsrer Sinne.

Wer sich recht lebhaft in die Zeit der Kinderjahre

zurück versetzen kann, begegnet leicht einer Entwicklungsstufe, die durch eine Sehnsucht nach dem Denken ausgezeichnet war. Der Knabe reift zum Jüngling. Aug' und Ohr haschen immer begieriger nach dem neuen Stoff, der noch allerwärts der Erde ihren frischesten Zauber verleiht. Aber das Denken, von dem man begeistert reden hört, will sich nicht einstellen. Der Knabe glaubt, er habe keine Gedanken, weil er das Denken für etwas ganz Besonderes hält, weil er noch nicht weiß, daß jede Verarbeitung einer sinnlichen Wahrnehmung ein Gedanke ist, der ihn zum Denker übt. Freilich kommt der Heißhunger nach dem Denken nicht bloß von dieser Unwissenheit. Die Gedanken scheinen uns arm in jener Zeit der Entwicklung, weil die Fülle der Thatsachen fehlt, aus denen die Idee gezeugt wird.

Und alle Thatsachen, jede Beobachtung einer Blume, eines Käfers, die Entdeckung einer Welt und das Belauschen der Eigenheiten des Menschen, was sind sie denn anders, als Verhältnisse der Gegenstände zu unsern Sinnen? Wenn ein Räderthier ein Auge besitzt, das nur aus einer Hornhaut besteht, wird es nicht andere Bilder von den Gegenständen aufnehmen als die Spinne, die auch Linse und Glaskörper aufzuweisen hat? Darum ist das Wissen des Insekts, die Kenntniß der Wirkungen der Außenwelt für das Insekt auch eine andere als für den Menschen. Ueber die Kenntniß jener Be-

ziehungen zu den Werkzeugen seiner Auffassung erhebt sich kein Mensch und kein Gott.

Also wissen wir freilich alles für uns, wir wissen, wie die Sonne scheint für uns, wie die Blume duftet für Menschen, wie die Schwingungen der Luft ein Menschenohr berühren. Man hat dies ein beschränktes Wissen genannt, ein menschliches Wissen, bedingt durch die Sinne, ein Wissen, das den Baum nur beobachtet, wie er für uns ist. Das ist wenig, hieß es, man muß wissen, wie der Baum an sich ist, um nicht länger zu wähnen, er sei so, wie er uns scheint.

Wo aber ist denn der Baum an sich, den man suchte? Setzt nicht jedes Wissen einen Wissenden voraus, also ein Verhältniß von dem Gegenstande zum Beobachter? Der Beobachter sei Wurm, Käfer, Mensch, wenn es Engel giebt, er sei ein Engel. Wenn Beide sind, der Baum und der Mensch, so ist es für den Baum so nothwendig wie für den Menschen, daß er zu diesem in einer Beziehung steht, die sich eben kundgiebt durch den Eindruck auf das Auge. Ohne ein Verhältniß zu dem Auge, in das er seine Strahlen sendet, ist der Baum nicht da. Gerade durch dieses Verhältniß ist der Baum für sich.

Alles Sein ist ein Sein durch Eigenschaften. Aber es giebt keine Eigenschaft, die nicht bloß durch ein Verhältniß besteht.

Der Stahl ist hart im Gegensatz zur weichen Butter. Kaltes Eis kennt nur die warme Hand, grüne Bäume ein gesundes Auge.

Oder ist grün etwas Anderes als ein Verhältniß des Lichts zu unserm Auge? Und wenn es nichts Anderes ist, ist dann das grüne Blatt nicht für sich, eben deshalb, weil es für unser Auge grün ist?

Dann aber ist die Scheidewand durchbrochen zwischen dem Ding für uns und dem Ding an sich. Weil ein Gegenstand nur ist durch seine Beziehung zu anderen Gegenständen, zum Beispiel durch sein Verhältniß zum Beobachter, weil das Wissen vom Gegenstand aufgeht in der Kenntniß jener Beziehungen, so ist all unser Wissen ein gegenständliches Wissen.

Hierdurch wird nicht ausgeschlossen, daß der Eindruck auf die Sinne in Schein und Irrthum gehüllt sein kann. Wenn aber das unerfahrene Kind glaubt, daß der Mond mit Händen zu greifen sei, so wird dadurch das menschliche Wissen nicht berührt. Denn das menschliche Wissen ist nicht das Wissen eines Kindes, eines Mannes oder Weibes, es ist das Wissen der Menschheit.

Das menschliche Wissen ist nicht bei Aristoteles oder Galen, auch nicht bei Newton und Cuvier, es ist nicht im neunzehnten Jahrhundert. Durch keinen vereinzelten Zeitraum läßt sich das Wissen der Menschheit messen.

Warum? aus einem sehr einfachen Grunde. Zuerst entwickelt sich die Sinneskraft des Kindes. Das Kind lernt sehen und greifen. Aber ebenso die Gattung. Die Menschheit lernt erst Land und Luft mit einander vergleichen nach ihren rohesten Merkmalen; dann Thier und Thier, und Thier und Pflanze. Lange verweilt sie bei der äußeren Form. Sie ist glücklich zu wissen, wodurch sich Pferd und Esel sicher unterscheiden lassen, auch der größte Esel von dem kleinsten Pferd.

Bewaffnet sich das Auge, dann mißt der Mensch die Entfernung der Sterne, er mustert die feinsten Fasern und Bläschen im Eingeweide des Pferdes.

Kurz, die Entwicklung der Sinne ist die Grundlage für die Entwicklung des Wissens.

Wir besitzen gar treffliche Werke über die Geschichte von Schlachten und Staatsformen, genaue Tagebücher von Königen und fleißige Verzeichnisse von den Schöpfungen der Dichter. Aber den wichtigsten Beitrag zu einer Bildungsgeschichte des Menschen in der eingreifendsten Bedeutung des Worts hat noch Niemand geliefert. Uns fehlt eine Entwicklungsgeschichte der Sinne.

Die reichste Belohnung würde dem Schriftsteller zu Theil fallen, der vor Allem die nöthige Kenntniß der Natur mit einer markigen Gabe lichtvoller Darstellung verbindend, zu schildern vermöchte, wie das Fernrohr die Erde um ihre bevorzugte Stellung im Mittelpunkte

des Weltalls brachte [13]), wie das Mikroskop die Verwandtschaft zwischen Pflanzen und Thieren und Menschen aus der Verwandtschaft der Keime hergeleitet, wie die Wage die Unsterblichkeit des Stoffs bewiesen hat, wie eine elektrische Vorrichtung den Menschen als einen Ausfluß von Naturgesetzen erkennen lehrt.

Ich habe unwillkürlich gezeigt, warum uns die Entwicklungsgeschichte der Sinne fehlt. Sie muß uns fehlen, weil die Menschheit kräftiger als je die Thaten dieser Geschichte unternimmt. Und das Gewissen kommt erst nach der Handlung.

Nur sollte eben deshalb Niemand über Zersplitterung klagen. Wir leben in einer Zeit, in der die Fortschritte der Sinne auf dem Gebiet der Wissenschaft ebenso reißend sind, wie in dem Strom des Lebens. Wenn wir die Gedanken der Engländer über den Kanal her mit Blitzesschnelle durch die elektrischen Ströme des unterseeischen Telegraphen vernehmen, wenn der rastlose Verkehr auf unsern Schienenwegen alle Beschränkungen der Presse und der Lehrfreiheit umgeht, so hat der Naturforscher in dem Verhältniß des Lichts zu Krystallen eine Verfeinerung seiner Augen und Tastwerkzeuge gewonnen, welche in die Anordnung der feinsten Theilchen eines regelmäßigen Körpers ebenso tief eindringt, wie der prüfende elektrische Strom in das feine Getriebe der Nerven, durch welche die Menschen sich bewegen, empfinden und denken. [14])

Wir kennen Körper, deren Krystallformen kaum einen Unterschied wahrnehmen lassen, während das verschiedene Verhalten zum Lichtstrahl uns deutlich lehrt, daß die feinsten Theilchen in den beiden Krystallen verschieden angeordnet sein müssen.[15])

Bei jeder Bewegung, die ein Nerv unseres Körpers erzeugt, weisen die feinsten Mittel der Beobachtung elektrischer Erscheinungen eine Veränderung des elektrischen Stroms im Nerven nach, die erst am 18. Novbr. 1847 ermittelt wurde.[16])

Die Vervollkommnung der Mittel zur Beobachtung und namentlich der Meßwerkzeuge schafft geräuschlos in der Werkstatt des Naturforschers, während der Dampfwagen, der brausend und keuchend dahin rollt, auch den Unaufmerksamen belehren kann über die wachsende Macht von Aug' und Ohr, mit welcher der Mensch den Erdball umfaßt.

Vermehrung der Werkzeuge zu sinnlicher Wahrnehmung wirkt mindestens ebenso kräftig wie die der Vollendung immer näher rückende Steigerung der Schärfe und Sicherheit. Wie kurz liegt die Zeit hinter uns, in welcher gute Mikroskope und genaue Wagen zum seltenen Besitz einzelner Bevorzugter gehörten, die häufig pochten auf den geheimen Schatz ihres Werkzeugs, durch das je der Welt hochweise Orakel verkündigten, die Wenige prüften. Jetzt sind allerwärts Mikroskope in

Thätigkeit; ein Beobachter in Amerika berichtigt, wenn ein Forscher in Europa fehlen sollte, und umgekehrt. Und wenn es allein in Deutschland fünfzig und mehr Chemiker giebt, die mittelst feiner Wagen denselben Körper, bei gleichen Wärmegraden getrocknet, wägen und ebenso die Bestandtheile, in welche sie den Stoff zerlegten, dann kann es nicht fehlen, daß uns wenige Jahre in der Erkenntniß der inneren Zusammensetzung des Stoffs weiter bringen müssen, als es die kühnsten Denker verflossener Jahrhunderte zu ahnen sich getrauten.

Ist es denn Zersplitterung, wenn bei solcher Ausbildung der sinnlichen Wahrnehmungskraft die Thatsachen sich häufen, so daß der Einzelne nur zu oft vergeblich kämpft, um des rastlosen Treibens in einer begrenzten Strecke Herr zu bleiben? Oder werden wir, ruhig bauend auf die einheitliche Idee, die alles Wisen von der Stufe der Kenntnisse zur Weisheit erhebt, der Zukunft entgegensehen, in welcher die riesigen Vorrähe an Baustoffen, die ein neues Geschlecht gesammelt, sich zum organischen Kunstwerk zusammenfügen?

Entwicklung der Sinne ist die Grundlage der Entwicklung des Verstandes der Menschheit.

Hat der Mensch alle Eigenschaften der Stoffe erforscht, die auf seine entwickelten Sinne einen Eindruck zu machen vermögen, dann hat er auch das Wesen der Dinge erfaßt. Damit erreicht er sein, d. h. der

Menschheit absolutes Wissen. Ein anderes Wissen hat für den Menschen keinen Bestand. [17])

Indem wir aus den Eigenschaften vieler Körper, aus den Merkmalen verschiedener Erscheinungen das Allgemeine herausfinden, gelangen wir zum Gesetz.

Nach früheren Vorstellungen einseitiger Weltweisen wäre das Gesetz ein Vordersatz des Verstandes, von dem die sinnliche Beobachtung ausginge. Das Gesetz sollte ein freies Maaß sein, das der Geist mit Hülfe der Sinne den Erscheinungen anlegt. Man hat jedoch die Bestätigung mit der Auffindung des Gesetzes verwechselt.

So wie ich aus einer Reihe von Thatsachen das Gemeinsame herausgefunden, habe ich die Thatsachen in einen Gedanken, die Beziehungen zu den Sinnen in ein Verhältniß zum Hirn übersetzt. Das Merkmal eines Gedankens ist die Zeugungsfähigkeit aus dem menschlichen Hirn. Aber das zuerst Befruchtende ist die sinnliche Wahrnehmung.

Wenn ich aus den Einzelheiten den allgemeinen Gedanken herausgelesen habe, prüfe ich dessen Anspruch auf den Namen eines Gesetzes. Wenn jede folgende Beobachtung mit jenem Gedanken in Einklang steht, dann ist das Gesetz gefunden. Ich gehe also häufig mit einem Gedanken an die Beobachtung neuer Thatsachen, ich prüfe das vermeintliche Gesetz durch den Versuch unter verschiedenen Bedingungen. Aber dem Gedan-

ken, dem vermeintlichen Gesetze, lag immer vorher eine Reihe sinnlicher Wahrnehmungen zu Grunde.

So ist denn das Gesetz nur durch Erfahrung zu finden. Aber die Erklärung des Gesetzes, wird man sagen, sie ist doch eine reine That der Vernunft ohne alle Dazwischenkunft der Sinne. Mit nichten. Eine gute Erklärung führt nur die Erzählung weiter zurück. Ich erkläre das Gesetz der Liebe, indem ich das Gesetz der Verwandtschaft erzähle. Die Erklärung ist richtig, wenn die eine Erzählung zur andern stimmt.

Wenn alle Gesetze erzählt sind, ohne daß Ein Widerspruch zurückbleibt, dann ist die Welt dem Menschen erklärt.

Hieraus ergiebt sich demnach ein für allemal, daß das Gesetz ein aus den sinnlichen Merkmalen abgeleiteter Gedanke ist. Das Gesetz ist nach Erfahrungen gedacht, gefunden, und deshalb ist es falsch, wenn Liebig vom Gesetze aussagt, daß es „das Ganze construirt.“ [18])

Liebig steht mit jenem Ausspruch auf dem mit Recht getadelten und oft verkannten Standpunkt der Naturphilosophen in der übeln Bedeutung des Worts. So lange das Gesetz die Welt baut, statt aus der Welt hervorzuleuchten, so lange schlummert die Erkenntniß in dem dunklen Schooße einer Zeit, die das Denken der Erfahrung gegenüberstellt.

Unter den Forschern, die an diesen Gegensatz glau-

ben, wähnen Einzelne, daß sie viel einräumen, wenn sie in die Behauptung einstimmen, daß die Philosophie der Hülfe der Erfahrung bedarf, und die Erfahrung hinwiederum nicht sein kann ohne das Denken.

Aber das ist wenig. Nur wenn die Thatsachen getragen sind von dem Gedanken, und wenn dem Gedanken kein anderes Recht eingeräumt wird, als das geschichtliche, das von der Beobachtung, von der Gnade der Sinne stammt, dann ist des Wissens Ruhm erbeutet. Nur wenn die Anschauung zugleich Gedanke ist, wenn der Verstand mit Bewußtsein schaut, dann ist der Gegensatz vernichtet zwischen Philosophie und Wissenschaft.

Kurz, nicht die gegenseitige Hülfeleistung begründet den neueren Bund zwischen Erfahrung und Weltweisheit. Die Erfahrung muß aufgehen in der Philosophie, die Philosophie in der Erfahrung.

Dann wird die Klage verstummen über das ameisenartige Sammeln der Handlanger, aber dann wird man auch nicht mehr den Gedanken, der überall im Stoffe lebt, als naturphilosophische Träumerei zu geißeln sich vermessen.

Dritter Brief.

Unsterblichkeit des Stoffs.

Am achten Mai des Jahres 1790 begann durch den Vorschlag Talleyrand's in Paris eine Arbeit, deren Einfluß von jedem kommenden Geschlechte höher geschätzt werden wird, weil sie die menschlichen Sinne mit einem Hülfsmittel der Untersuchung bereichert hat, das von keinem anderen übertroffen worden ist und in der Allgemeinheit der Anwendung von keinem anderen übertroffen werden kann.

Das Ende des vorigen Jahrhunderts beschenkte die Welt mit einer Gewichtseinheit, die auf so sicherer Grundlage ruht, daß selbst die Zerstörung aller jetzt vorhandenen Gewichte und Meßwerkzeuge uns in keine dauernde Verlegenheit setzen könnte.

Um diese Gewichtseinheit zu finden, hat man den zehnmillionsten Theil eines Viertels des Meridians der Erde gemessen. Dieses Längenmaaß ist der Meter. Seine

Richtigkeit ist verbürgt durch Namen wie Coulomb, Lagrange, Laplace und Lavoisier.

Mit der Einheit des Maaßes war die Einheit des Gewichts gefunden. Ein Würfel reinen Wassers, dessen Kanten die Länge des zehnten Theils eines Meters haben, wurde dem Gewicht als Einheit zu Grunde gelegt. Das Gewicht eines solchen Würfels von reinem Wasser nannte man ein Kilogramm.

Die Länge des Meters beträgt etwas mehr als drei Rheinische Fuß. Das Kilogramm ist ein Liter Wasser, reichlich zwei Pfund Preußisch, genau so viel wie zwei Pfund Badisch.

Von der Sicherheit in Maaß und Gewicht hing die Ausbildung der Chemie, der Physik, der Physiologie in gleichem Grade ab. Maaß und Gewicht sind die strengsten Richter über alle Meinungen, die sich auf eine minder vollständige Beobachtung stützen.

Bevor Lavoisier sich jener treuen Führer bei der Erforschung des Vorgangs der Verbrennung bedient hatte, glaubte man, daß den brennbaren Körpern ein Feuergeist innewohne, dessen Vertreibung die Bedingung des Verbrennens abgeben sollte. Da wies Lavoisier nach, daß die Erzeugnisse der Verbrennung jedesmal schwerer sind als der Körper, der verbrannte. Wenn Holz verbrennt, dann entstehen Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Asche. Kohlensäure, Wasser, Ammoniak

und Asche sind zusammengenommen schwerer als das Holz, sie sind genau um so viel schwerer, als das Gewicht eines Bestandtheils der Luft beträgt, mit dem sich das Holz bei der Verbrennung verbindet. Eine jede Verbrennung ist nichts Anderes, als eine Aufnahme von Sauerstoff. Das Gewicht des Sauerstoffs vergrößert das Gewicht des verbrennenden Körpers. Also werden alle Körper durch Verbrennung schwerer.

Nur das Gewicht hat in Lavoisier's schöpferischer Hand diesen Nachweis geführt. Stahl's Feuergeist, der die brennbaren Körper vor der Verbrennung leichter machen sollte, war hierdurch unrettbar gestürzt.

Stahl's ältere Ansicht war kein Fehler des Denkens, sie war ein Mangel der Beobachtung. Aber der Begriff der negativen Schwere, der sich in die Bande der vervollkommneten Wahrnehmung schmiegen sollte, hatte von vorn herein keine Lebenskraft. Ein Stoff, der durch seine Gegenwart leicht macht, war im Streit mit aller sinnlichen Auffassung des Menschen. Ein Feuergeist, der durch sein Entweichen das Gewicht eines Körpers vermehrt, wäre gleichbedeutend mit einer Kraft ohne Stoff, die sich im sinnlich frischen Leben niemals Geltung erworben.

Wenn man darüber klagt, daß die Heilkunde in ihrer Entwicklung allen anderen Naturwissenschaften nachsteht, so hat man nur in der fehlenden Anwendung von

Maaß und Gewicht den Grund des Thatbestandes zu suchen. Freilich muß man auch den Stoff kennen, den man wägen soll. Hierzu mußten vor allen Dingen die Naturkundigen, Physiker und Chemiker, dem Arzt verhelfen. Tadel verdienen deshalb nur die vornehmen Forscher, die das Wirken der Heilkunde gering schätzen, während sie, zufrieden mit der Sicherheit ihrer Forschungen über Stein und Stahl, sich nicht einlassen auf die Schwierigkeiten, die der lebende Körper dem Versuch entgegenstellt. Die Aerzte, welche die Fortschritte von Chemie und Physik nicht gewissenhaft benützen, sind mehr Krankenwärter als Heilkundige; sie gehören nicht zur Wissenschaft und sind vor dem Richterstuhl der Forschung nicht zurechnungsfähig. Die Heilkunde aber hat von jeher eher den Tadel verdient, daß sie allzu begeistert und siegesfroh den Fortschritten der Naturkunde ihren Ausdruck verlieh, als daß sie mehr als nothwendig zurückgeblieben wäre hinter dem weitab liegenden Ziele, dem sie nachstrebt.

Es stände schon heute um die Arzneikunde ganz anders, wenn die Aerzte, statt Meinungen zu dichten, nur fünfzig Jahre lang einen Stoff, der bekannt wäre, mit der Wage hätten prüfen können. Die Meinung ist ein Ausdruck stumpfer, ungeübter Sinne. Daß jene fünfzig Jahre indeß bereits begonnen haben, wer wüßte es nicht, der die Arbeiten kennt von Liebig und

Mulder, von Regnault und Andral? Und gewiß kommt die Zeit, in der auch ein genauer Naturforscher dem jetzigen Bemühen der Aerzte in so beredter Weise den Geist einhaucht, der die geschichtlich urtheilende Nachwelt zum Danke verpflichtet, wie Liebig dem Stein der Weisen aus der Alchemie. [18*])

Durch die Wage erfährt man die Menge der flüchtigen Erzeugnisse der Verbrennung so genau, wie das Gewicht der Asche. Die Wage lehrt, daß die Kohlensäure, die einen Hauptstoff der verbrannten Körper darstellt, die Pflanzen schwerer macht und ein Reis mit wenigen Blättern in einen Wald verwandelt. Des Waldes Vorrath wird verbrannt, und in neuen Strömen fließt die Kohlensäure unsern Feldfrüchten zu. Die Frucht nährt den Menschen, der Harn düngt den Acker. Und in allen diesen tausendfältigen Wanderungen folgt die Wage dem Stoff.

Der Wald speichert nicht mehr Kohlenstoff auf, als Luft und Erde ihm bieten. Der begrenzte Sauerstoffgehalt der Luft setzt der Verbrennung eine Grenze. Der Kraft der Verbrennung entspricht die Menge der Kohlensäure, der Menge der Kohlensäure die Schwere des Grases. Und das Gras finden wir wieder in Koth und Harn und den sonstigen Ausscheidungen der Kuh. Auch nicht der kleinste Theil des Stoffs geht verloren.

Was der Mensch ausscheidet, ernährt die Pflanze.

Die Pflanze verwandelt die Luft in feste Bestandtheile und ernährt das Thier. Raubthiere leben von Pflanzenfressern, um selbst eine Beute des Todes zu werden und neues keimendes Leben in der Pflanzenwelt zu verbreiten.

Diesem Austausch des Stoffs hat man den Namen Stoffwechsel gegeben. Man spricht das Wort mit Recht nicht ohne ein Gefühl der Verehrung. Denn wie der Handel die Seele ist des Verkehrs, so ist das ewige Kreisen des Stoffs die Seele der Welt.

„In einem Systeme, wo alles wechselseitig anzieht „und angezogen wird, kann nichts verloren gehen; die „Menge des vorhandenen Stoffs bleibt immer dieselbe" (Georg Forster).[19])

Weil der Vorrath des Stoffs sich weder vermehrt, noch vermindert, darum sind auch die Eigenschaften des Stoffs von Ewigkeit gegeben.

Die Wage ist es wieder, die es unumstößlich bewiesen hat, daß kein Stoff eines lebenden Körpers eine Eigenschaft besitzt, die ihm nicht mit dem Stoff von Außen zugeführt wurde.

Pflanzen und Thiere verändern die Stoffe nicht, die sie der Außenwelt entlehnen. Alle Thätigkeit im wachsenden Baum und im kämpfenden Löwen beruht auf Verbindungen und Zersetzungen des Stoffs, der ihnen von Außen geboten wird.

Kein Grundstoff, der es wirklich ist, läßt sich in

einen anderen verwandeln. Fluor ist der einfache Körper, der unter allen im menschlichen Leib in der geringsten Menge enthalten ist. Aber fehlen kann er nicht, weder in Knochen und Zähnen, noch im Blute. Wir wissen es aus den Untersuchungen der neuesten Zeit, daß wir dieses Fluor erhalten in den Getreidesamen und in der Milch, die ohne Fluor den Säugling nicht vollständig ernähren könnte.[20])

Bewegung der Grundstoffe, Verbindung und Trennung, Aufnahme und Ausscheidung, das ist der Inbegriff aller Thätigkeit auf Erden. Die Thätigkeit heißt Leben, wenn ein Körper seine Form und seinen allgemeinen Mischungszustand erhält trotz fortwährender Veränderung der kleinsten stofflichen Theilchen, die ihn zusammensetzen.[21])

Aus diesem Grunde spricht man bei lebenden Wesen von Stoffwechsel. Der leblose Körper, der Fels, verwittert, verliert an Stoff und verändert dabei seine Form. Stoffwechsel und Verwitterung sind bezeichnende Unterschiede zwischen lebenden und todten Gebilden.

Indem die Gebirge unausgesetzt die Einwirkung von Kohlensäure, Wasser und Sauerstoff erleiden, sind sie der Verwitterung preisgegeben. Eisenoxydul ist eine Verbindung von Eisen und Sauerstoff, die weniger Sauerstoff enthält als Eisenoxyd. Wenn sich Eisenoxydul durch Aufnahme von Sauerstoff in Eisenoxyd verwandelt, dann

wird es roth; das ist ein Fall der Verwitterung, den wir täglich vor Augen haben, wenn die schwarze Ackererde, die wir heraufgraben, nach einiger Zeit eine röthlich graue Farbe annimmt. Wasser löst den Gyps, heißes Wasser unter hohem Druck den Feldspath, Wasser mit Kohlensäure den Quarz.

Alle diese Wirkungen erfolgen äußerst langsam, aber die Schnelligkeit wird durch die Dauer ersetzt. Wenn die Fenster blind werden in Ställen und auf Mistbeeten, und wenn der Granit seinen Glanz verliert, so sind überall die gleichen Mächte der Verwitterung thätig.

Die Sauerstoffmenge, die das Eisenoxydul in Eisenoxyd verwandelt, das Wasser, das dem Feldspath sein kieselsaures Kali entzieht, die Kohlensäure, die erforderlich ist, um dem Sand einen Theil seines Kalks zu rauben, sind dem Gewichte nach bekannt. Der Chemiker hat den Zahn der Zeit gewogen.

Granit verwittert, weil er sich mit dem Zahn der Zeit verbindet. Kohlensäure, Wasser und Sauerstoff sind die Mächte, die auch den festesten Felsen zerlegen und in den Fluß bringen, dessen Strömung das Leben erzeugt.

Wenn der Feldspath verwittert, so erhält die Pflanze im Acker das lösliche kieselsaure Kali, das ihr Wachsthum möglich macht. Durch die Zerlegung des Apatits, der so reich ist an phosphorsaurem Kalk und außerdem

eine erhebliche Menge Fluor enthält, werden der Gerste und also auch unserm Blut und unsern Knochen Phosphorsäure und Fluor zugeführt.[22])

Weil der Aufbau auf den Umsturz gegründet ist, darum ist die Bewegung rastlos und darum das Leben verbürgt.

Die Unveränderlichkeit des Stoffs, des Vorraths und der Eigenschaften, und die gegenseitige Verwandtschaft der Elemente, das heißt, ihre durch Gegensätze bedingte Neigung, sich mit einander zu verbinden, begründen die Ewigkeit des Kreislaufs. Die Unsterblichkeit des Stoffs offenbart sich in der Verwitterung der Felsen.

So ist denn der Zahn der Zeit nichts weniger als eine zerstörende Macht. Und selbst der Künstler sollte nicht verzweifelnd jammern, wenn von Jahrhundert zu Jahrhundert der Marmorblock zerstiebt, den ein Kunstwerk zum Tempel weihte. Der Marmor bleibt und mit ihm der prometheische Funke, der neue Kunstgebilde schaffen wird. Denn der Stoff ist unsterblich.

Vierter Brief.

Das Wachsthum von Pflanzen und Thieren.

Bei den Bergnegern Guinea's wird an einigen Orten eine Pflanze, die nach Art der Meerlinsen auf dem Wasser schwimmt und unter Anderen auf Cuba, Domingo und dem benachbarten Festlande Amerika's stille Gewässer in reicher Menge überdeckt, in großen Töpfen voll Wasser an der Hausthür unterhalten [23]. Hierdurch wird die Abkühlung in ähnlicher Weise erreicht, wie in Indien durch die Begießungen des Fußbodens. Von den Blättern jener Pflanze verdunstet das Wasser außerordentlich rasch. Isert, ein dänischer Arzt, fand, daß ein Gefäß voll Wasser mit jener Pflanze sechsmal so viel Wasserdampf in die Luft entweichen ließ, als ein anderes, in dem kein Pflänzchen wuchs.

Diese Verdunstung ist ihrerseits eine der mächtigsten Ursachen des Aufnehmens gelöster Stoffe durch die Pflanzenwurzel.

Es ist eine dem Laien geläufige Vorstellung, daß die Pflanzenwurzeln den Saft, der sie in der Ackererde umgiebt, aufsaugen wie ein Schwamm. Allein es ist von schwammförmiger Beschaffenheit an den feinsten Wurzelfasern auch nicht eine Spur vorhanden.

Der Uebergang gelöster Stoffe in die Wurzel erfolgt vielmehr mittelst einer allgemeinen Eigenschaft der Häute von lebenden Wesen, die darin besteht, daß sie eine Wechselwirkung zwischen zwei Flüssigkeiten zulassen, auch wenn diese durch eine solche Haut von einander getrennt sind.

Wenn man eine Glasröhre, die an beiden Seiten offen ist, mit der Oberhaut eines Blatts von einer Fackeldistel, einer Aloe oder irgend einer anderen Pflanze an dem einen Ende zubindet und nun von der anderen Seite eine Kochsalzlösung eingießt, dann dringt, wenn man die Röhre frei hinhängt und das Zubinden gehörig bewerkstelligt war, kein Kochsalz durch die Oberhaut hindurch. So wie man aber die Röhre in ein Gefäß mit reinem Wasser stellt, geht in kurzer Zeit Kochsalz aus der Röhre in das äußere reine Wasser über und zugleich wächst die Flüssigkeitssäule in der Röhre. Denn rascher als das Salz durch die trennende Haut hindurch zum Wasser übergeht, strömt dieses der Richtung der Schwere entgegen zum Salzwasser hinüber.

So kann man mit Hülfe des Wassers außerhalb der Röhre in verhältnißmäßig kurzer Zeit das Salz über die

anfangs kaum zur Hälfte gefüllte Röhre hinausheben. Weil nämlich das Wasser viel rascher durch die trennende Haut hindurch zum Salzwasser strömt, füllt sich die Röhre bald bis an den oberen freien Rand. Steht die Röhre geneigt, dann fließt an der einen Seite des Rands ein Tropfen Salzwasser über. Der Tropfen läßt sein Wasser verdunsten. Eine Salzkruste bleibt zurück. Ueber diese hinaus fließt ein neuer Tropfen nach und immer wieder einer, die alle ihr Wasser verdunsten lassen. In wenigen Tagen ist die eine Seite der Röhre mit einer Salzauswitterung bedeckt.

Man denke sich nun die Röhre auch an ihrem oberen Ende mit der Oberhaut eines Blattes zugebunden und statt mit Salzwasser in ihrer ganzen Höhe mit reinem Wasser gefüllt. Taucht man dann das eine Ende in eine Kochsalzlösung, dann dringt Kochsalz durch die trennende Haut in die Röhre. Nach oben kann durch die Oberhaut wohl Wasser verdampfen, es quillt aber kein Salzwasser durch sie hindurch. In Folge dieser Verdunstung würde in der Röhre zwischen den beiden Oberhäuten ein freier Raum entstehen, wenn nicht der Luftdruck auf das umgebende Salzwasser letzteres in die Röhre triebe. Verdunstung und Luftdruck vereint wirken wie ein Pumpenwerk.

Es ist nichts leichter, als sich den Pflanzenstengel sammt seiner unteren Fortsetzung, der Wurzel, als eine oben und unten, aber auch noch rings an den Seiten

durch Oberhaut verschlossene Röhre vorzustellen. Die Wurzel ist das Ende, das in die Salzlösung taucht. Der Stengel erhebt sich frei in die Luft. Von seiner Oberfläche verdunstet Wasser. Und außer der Verwandtschaft zwischen dem Saft der Wurzel und der Flüssigkeit der Ackererde ist es die Verdunstung von oben, welche mit Hülfe des Luftdrucks das Eindringen von unten unterstützt.[24])

Nicht bloß an den feinsten Spitzen der Wurzel, nicht bloß an den Wurzelenden erfolgt die Aufnahme. Denn die ganze Wurzel ist von einer Oberhaut überzogen, welche die Wechselwirkung zwischen den getrennten Lösungen zuläßt. So ist es klar, warum eine Pflanze aus einem Gefäß mit Wasser 625 Gramm in die Luft entsenden kann, während das Gefäß ohne die Pflanze nur 125 Gramm Wasser verliert. Von der Oberfläche des Wassers im Gefäß und von den Blättern der Pflanze entwichen im oben erzählten Falle 750 Gramm.

So wie wir durch die oben offene Röhre Salz herausheben können mittelst des Wassers im Gefäß, in welchem die Röhre enthalten war, so finden wir mitunter Salzauswitterungen auf den Blättern kranker Pflanzen. Die Oberhaut solcher Blätter läßt nicht nur Wasserdampf, sondern auch Salzlösungen nach außen treten. Nicht das ausgewitterte Salz ist Ursache, Beginn der Krankheit, wie Liebig meint. Die Ober-

haut der Blätter muß vielmehr schon vorher eine Veränderung erlitten haben, wenn salzhaltiges Wasser ausschwitzt.[25])

Häufig hat man an Topfgewächsen Gelegenheit zu beobachten, wie die unteren Blätter welken, wenn man den Topf nicht begießt, oder wenn eine Oeffnung unten im Topf das zugeführte Wasser gleich wieder abfließen läßt. Liebig berichtet die lehrreiche Thatsache, daß dann in den unteren Blättern die Salze fehlen. In Folge der Verdunstung von den oberen Theilen steigt der salzhaltige Saft immer höher im Stengel. So werden die oberen Blätter noch versorgt, während die unteren absterben müssen. „Die abgewelkten Blätter enthalten nur Spuren von löslichen Salzen, während die Knospen und Triebe außerordentlich reich daran sind.“[26])

Diese Thatsachen ergeben, daß das Wachsthum überhaupt bedingt ist durch den gegenseitigen Austausch von Flüssigkeiten, welche durch eine pflanzliche oder thierische Haut getrennt sind.

Pflanzen und Thiere sind im ganzen Leib mit kleinen Bläschen oder Zellen, mit Röhren oder Gefäßen angefüllt. Die Salzlösung, welche eine oberflächlich gelegene Zelle der Pflanzenwurzel dem Acker entzogen hat, tritt sogleich in Wechselwirkung mit dem Inhalt eines weiter nach innen liegenden Bläschens. Das letztere steht durch eine ununterbrochene Reihe von Zellen und Gefäßen mit

den äußersten Blattspitzen und Blumenkronen im Zusammenhang.

Im Körper des Menschen werden jene Röhren zuletzt so fein, daß man sie Haargefäße nennt. Die Haargefäße führen Blut. Was durch die Wand der Haargefäße im Körper nach außen schwitzt, wird zur Keimflüssigkeit für die festen Theile, für die Gewebe unserer Werkzeuge. Die Gewebe nähren sich vom Blut. Das Wachsthum ist eine üppige Ernährung der Gewebe.

Blut ist eine Mischung von Eiweiß und Fett, von Zucker und Salzen. Von diesen Stoffen sind das Fett und ein Theil der Salze vorzugsweise in kleinen, an beiden Seiten in der Mitte eingedrückten, linsenförmigen Scheibchen enthalten. Der Inhalt der hohlen Bläschen, der zahllosen Zellen, welche der Herzschlag in alle Gegenden des Körpers treibt, steht fortwährend in Wechselwirkung mit dem Saft, in dem sie schwimmen.

Kochsalz ist unter allen Salzen im Blut am reichlichsten enthalten. Darum ist Kochsalz in der Nahrung unentbehrlich. Und trotz dem Austausch, der zwischen dem Inhalt der Blutkörperchen und der Blutflüssigkeit unablässig thätig ist, enthalten die Blutbläschen nur sehr wenig Kochsalz (C. Schmidt).

Hierdurch wird deutlich bewiesen, daß jener Austausch sich nach der Art der Stoffe richtet. Die Verwandtschaft der Haut der Blutbläschen und ihres Inhalts zum

Kochsalz ist gering; sie lassen wenig Kochsalz ein. Schon im Blut ist alles Leben auf Anziehungen und Abstoßungen der Stoffe gegründet. Wenn das Blut nicht organische Stoffe enthielte, die im Vergleich zu anderen Blutbestandtheilen eine sehr geringe Verwandtschaft zum Kochsalz haben, könnten sich die Blutkörperchen nicht bilden.

Wie in dem Blut die Körperchen, so verhalten sich in den Geweben die Haargefäße. Die feinen blutführenden Röhrchen der Haut, welche die Lunge überzieht, lassen das Eiweiß des Bluts rascher durchschwitzen als die Haargefäße des Bauchfells und diese wieder schneller als die Häute des Hirns (C. Schmidt).

Eiweiß, Fett und Salze sind in dem Blut in Wasser gelöst. Sie alle dringen durch die Wand der Haargefäße hindurch. Von diesen Stoffen verlassen aber die Salze das Blut mit der größten Geschwindigkeit, nächst den Salzen das Wasser, langsamer das Fett, am langsamsten das Eiweiß.[27])

Und dennoch sind die Gewebe ärmer an Wasser als das Blut. Denn die Oberhaut und die Lungen, Nieren und Schweißdrüsen entziehen dem Körper immer Wasser. Der Saft, der aus den Haargefäßen ausschwitzt, wird durch Verdunstung und Schweiß, durch das Athmen und die Harnausscheidung eingedickt zu Fleisch und Knochen.

Aber nicht auf eine bloße Verdichtung läuft die Bildung der Gewebe aus dem Nahrungssaft hinaus. Die

Lösung von Eiweiß und Fett und sehr verschiedenen Salzen enthält alle Bedingungen, die nöthig sind, um die mannigfaltigsten Formunterschiede hervorzurufen.

In einer Lösung von Eiweiß, Fett und Salzen sondern sich bald kleine Körnchen aus. Diese Körnchen ballen sich zu einem Häufchen zusammen. Aus dem Häufchen wird ein kleines Bläschen, dessen Anziehung die umgebende Schichte in die Form einer Hülle um das Bläschen verwandelt. So wird das Bläschen von einer Zelle umschlossen, in der es selbst den Kern darstellt.

Diese Zellenbildung ist der allgemeinste Vorgang, der die organische Materie organisirt, den Stoff in Formbestandtheile verwandelt. Aus den Zellen werden Röhren und Fasern, und durch die Verbindung der verschiedenen Formen entsteht das dichte, aber dem bewaffnet forschenden Auge klare Gefüge der Gewebe.

Zellen sind allseitig geschlossene Bläschen, zum Theil mit einem flüssigen Inhalt gefüllt, der mit den umgebenden Flüssigkeiten und Gasen durch die Wand des Bläschens hindurch in ununterbrochenem Austausch steht. Wenn wir diesen Austausch in Zellen und Zellenreihen beobachten, belauschen wir das geheimste und ursprünglichste Getriebe des Stoffwechsels, dessen Erzählung der Naturforscher kaum erst begonnen hat.

So lange die Materie formlos ist, kann sie wohl organisch sein, sie kann in ihrer Mischung einen höheren

Grad von Verwicklung und eine größere Neigung zum Zerfallen zeigen, als Kochsalz oder Salpeter und andere anorganische Stoffe; organisirt wird die Materie erst durch die Beharrlichkeit, mit welcher Lösungen von organischen Stoffen die Form der Zellen erzeugen.

Je nach dem Stoff wechselt die Form der Zelle, deren Bau das Gewebe von Bläschen, Röhren und Fasern beherrscht.

Für die Formengebung sind aber die anorganischen Stoffe nicht minder wichtig als Eiweiß und Fett. Die Blutbläschen erreichen ihre Vollendung nur mit Hülfe des Eisens.

Darum welken die Blätter, wenn ihnen die löslichen Salze fehlen, und wenn man Hühnern die Kalkerde vorenthält, dann werden ihre Knochen zerbrechlich. Ja, Chossat sah Tauben im siebten oder achten Monat sterben, als er ihnen Getreide ohne Sand zum Futter reichte.[28])

In den allermeisten Fällen findet ohne Salze keine Zellenbildung statt. Fast nur zarte Pilze, wie die von Mulder untersuchte Essigmutter, gelangen ohne anorganische Stoffe zur Entwicklung.

Zellen sterben, wenn sie vom Mutterboden getrennt sind, der den Saft enthält, mit welchem ihr flüssiger Inhalt in Wechselwirkung tritt. Die Zellen sterben, „weil willkürlich getrennte Theile — belebter Stoffe —

unter den vorigen äußeren Verhältnissen ihren Mischungszustand ändern" (Alexander von Humboldt[29]).

Ohne Stoffwechsel kein Leben der Zelle. Ohne lebende Zelle, die aus der umgebenden Keimflüssigkeit schöpft, ist Wachsthum nicht denkbar.

Die Verdunstung, welche der Pflanzenwurzel die Aufnahme der Stoffe der Ackererde erleichtert, während sie die feinen Gefäße des Darms der Thiere gleichsam in Wurzeln verwandelt, die aus dem Speisesaft schöpfen, und die Wahlverwandtschaft von Flüssigkeiten, die durch trennende Zellwände hindurch thätig ist, sind die Haupteigenschaften des Stoffs, die das Wachsthum bewirken.

Aber des Wachsthums Richtung ist durch den Stoff bedingt, den die Außenwelt liefert. Das Wasser ist wie die Erde, die es durchsickert. Darum die Pflanze wie Land und Wasser. Und darum giebt es eine Geographie der Pflanzen, der Thiere und Menschen, die durch Luft und Sonne nur um so deutlicher sich entfaltet.

Fünfter Brief.

Die Erde als Werkzeug der Schöpfung von Pflanzen und Thieren.

Wenn man eine Pflanze vorsichtig verbrennt, so gelingt es nicht selten, ein Gerippe übrig zu behalten, das der ursprünglichen Form des Stengels entspricht. Das Gerippe besteht aus anorganischen Bestandtheilen, die vorher der Rinde der Erde angehörten.

Ein verbrannter Schachtelhalm hinterläßt eine Asche, die beinahe ganz aus Kieselerde, einem Hauptstoff des Sandes, besteht.

Gleichwie der Saft eines Thiers, einer Pflanze, je nach seiner Mischung, hier diese, dort jene Form von Zellen zur Entwicklung gelangen läßt, so ist die Beschaffenheit der Salze eine Grundbedingung, an welche das Gedeihen und bei der ersten Verbreitung der Gewächse die Entstehung bestimmter Pflanzenarten geknüpft ist.

So zeichnet sich die Weinrebe aus durch ihren Gehalt an Kalk, der Weizen durch phosphorsaure Salze, die Rübe durch den der Kalkerde ähnlichen Talk.

In dem Blumenkohl und den Theeblättern findet sich Mangan, ein dem Eisen überaus ähnliches Metall, welches die Eisenerze beinahe immer wenigstens spurweise begleitet.

Der Tabak, der Nußbaum, die Sellerieblätter führen Salpeter. Ja der Salpeter kann im Tabak so reichlich vertreten sein, daß man, wie Schöpf berichtet, im vorigen Jahrhundert in Virginien zu Kriegszeiten eine Art von Tabak, die in niedrigen Gegenden wächst, zur Gewinnung jener Verbindung von Salpetersäure und Kali benutzt hat. Hundert Gramm der gröberen, sonst unbrauchbaren Stengel im trocknen Zustande sollen sogar über vier Gramm reiner Salpeterkrystalle geliefert haben.[30])

Wenn man erfährt, daß der Talk oder die Bittererde nicht blos in Runkelrüben, sondern auch in Kartoffeln und Weizen enthalten ist, der Kalk in Klee und Erbsen so gut wie im Weinstock, dann könnte man auf den ersten Blick verleitet werden, in dem Verhältniß jener Erden zur Pflanzenart nicht sowohl eine eigenthümliche und fest begrenzte Wahlverwandtschaft zu sehen, als vielmehr eine allgemeinere Beziehung, deren Wesen nicht aufginge in der Verschiedenheit des Stoffs. In einer Zeit, in welcher der Mensch sich noch so weise

dünkte, den Plan der Natur nach Begriffen der Zweckmäßigkeit zu bestimmen, ließ man die Kieselerde des Sandes in den Schachtelhalm oder in den Grasstengel übergehen, um der Pflanze die Festigkeit zu ertheilen, vermöge welcher die Aehre sich auf dem Halme wiegt. Und weil man die vorausgesetzte Zweckmäßigkeit nur mit der zweiten Annahme, daß die Natur zu ihren Zielen den kürzesten Weg wähle, im Einklang finden wollte, so lag es nahe zu glauben, die Pflanze nehme eben Kalk, wenn Kalk vorhanden sei, sonst statt des Kalks den Talk, oder Eisenoxyd, oder irgend einen ähnlichen Körper.

Wie aber, wenn der Bärlapp, jene Pflanze, die das bekannte Hexenmehl liefert, mit dem man die wunden Hautfalten der Kinder bestreut, eine beträchtliche Menge Thonerde führt, während diese, in Pflanzen überhaupt seltnere, Verbindung in Eichen, Fichten und Birken, die auf demselben Boden wuchsen, durchaus fehlt? (Ritthausen, Aderholdt.) Wir finden einen so weit verbreiteten Bestandtheil, wie den kohlensauren Kalk, in den oberflächlichen Zellen einiger Arten aus der Gattung der Armleuchterchen*) vor, um sie in anderen Arten derselben Pflanzengattung zu vermissen (Payen). So scheint eine gelbe Veilchenart**), die auf den Galmei-

*) Chara.

**) Viola lutea calaminaria.

hügeln bei Aachen wächst, dem Zinkgehalt des Bodens ihr Dasein zu verdanken (Bellingrodt). Die neuesten Untersuchungen lehren, daß in der Gerste unter allen Umständen, und wenn man dem Boden noch so viel Natronverbindungen zugesetzt hat, der Kaligehalt das Natron um mehr als das Dreifache übertrifft (Daubeny). Ein Heidepflänzchen*), welches in der Ebene des Lechthals wuchert, zeigt sich auffallend reich an Kalk, während ein nahe verwandtes, aber der Art nach verschiedenes Heidekraut**), welches in den Wäldern der Hügelreihen am Lech und an der Wertach vorkommt, noch augenfälliger durch seinen Reichthum an Kieselerde ausgezeichnet ist (Röthe). Und wenn es nur auf die nächste anorganische Verbindung ankäme, nicht auf die Art des Stoffes, wie kommt es, daß eine große Anzahl von Pflanzen, Kartoffeln, Schneidebohnen, Spinat, Gerste, Hafer und Kresse, unter der Einwirkung von Natron ebenso sichtlich leiden, wie sie unter dem Einfluß von Kali gedeihen? (Chatin.)[31])

Solche Thatsachen geben uns den schlagendsten Beweis, daß die Pflanzenwurzel nach festen Gesetzen der Verwandtschaft die anorganischen Bestandtheile aufnimmt, die sie in der Ackererde umgeben.

---

*) Erica carnea.

**) Calluna vulgaris.

Liebig, der bei jener rohen Beziehung zur Festigkeit des Stengels nicht stehen bleiben konnte, war der Erste, der das nothwendige Wechselverhältniß zwischen bestimmten Pflanzenarten und den anorganischen Stoffen des Bodens nach Gebühr hervorhob. Und doch hat gerade Liebig ein Gesetz aufgestellt, nach dem es gleichgültig sein sollte, welche anorganischen Verbindungen die Pflanze enthält, wenn die Basen nur gleiche Verwandtschaft zu Säuren besäßen, mit anderen Worten, wenn sie nur gleiche Sauerstoffmengen enthielten und dadurch gleiche Säuremengen zu sättigen vermöchten.

Aber selbst die ähnlichsten Körper, die man wegen ihrer Verwandtschaft zu den Säuren als Basen zusammenfaßt, können sich nur in sehr bedingter Weise vertreten. So können im Blumenkohl zwei Erden, die in ihren Eigenschaften einen sehr hohen Grad von Uebereinstimmung zeigen, der Kalk und die Bittererde, einander nahezu das Gleichgewicht halten, während in anderen Fällen der Blumenkohl beinahe nur Kalk und sehr wenig Bittererde führt. Es ist also wirklich ein großer Theil der Bittererde durch Kalk ersetzt. In den seltensten Fällen wird ein Bestandtheil unter Einflüssen des Bodens durch einen auffallend verschiedenen Stoff vertreten. Kürzlich fand Röthe in kriechendem Günzel*), der auf

*) Ajuga reptans.

Kalkboden wuchs, einen Reichthum an Kalk, dessen Stelle in Pflanzen derselben Art, die auf Thonboden gefunden wurden, zu einem großen Theil von Kieselerde eingenommen war[31*]). Freilich paßt dieses Beispiel durchaus nicht zu Liebig's vermeintlichem Gesetze der Sättigung, da eine schwache Säure durch eine starke Basis vertreten wird.

Nach der anderen Seite sind Kali und Natron einander nicht minder ähnlich als Kalk und Talk. Und doch enthalten Buchen und Eichen im Vergleich zum Kali nur eine sehr geringe Menge Natron, selbst dann, wenn die Bäume in einem Boden wachsen, in welchem das Natron das Kali um das Fünffache übertrifft (K. Bischof). Ebenso giebt es Wasserpflanzen, in denen mehr Bittererde als Kalk vorhanden ist, trotzdem daß im Boden des Bachs, dem sie entnommen waren, zehnmal so viel Kalk als Bittererde vorkommt[32]). In den verschiedensten Theilen der Roßkastanie findet eine Vertretung von Kali durch Natron oder von Erden durch Kali niemals statt (E. Wolff, Staffel).

Diese und zahlreiche andere Beispiele haben unwiderleglich bewiesen, daß an ein allgemeines Gesetz der Vertretung in dem Sinne, der nur die Sättigung der Säuren durch ein bestimmtes Gewicht von Basen erfordern sollte, nicht zu denken ist. Es herrscht zwischen den einzelnen Pflanzenarten und den Bestandtheilen des Erdbodens ein Gesetz der Verwandtschaft, das hier, wie

immer, jede Vorstellung von einem Spiel des Zufalls verbannt.

So fest ist diese innere Beziehung der organischen Masse des Pflanzenleibs zu den Salzen, welche die Erde liefert, daß selbst dann, wenn ein Boden Stoffe führt, die nur ausnahmsweise in die Pflanze gelangen, bestimmte organische Körper den Eindringling fesseln. In neuerer Zeit wiederholen sich die Beispiele, in welchen man Arsenik in Pflanzen gefunden hat. Die Knollen der Kartoffeln, weiße Rüben, die äußeren Blätter des Kopfkohls, Roggenstroh können Spuren von Arsenik enthalten, wie denn dieser Grundstoff nach Walchner in allen eisenreichen Ackererden vorhanden ist. Aber in allen jenen Pflanzen ist das Arsenik in irgend einer Weise mit dem Zellstoff verbunden, einem äußerst schwer löslichen Stoff, der in der Pflanze alle jugendlichen Zellwände zusammensetzt. Daher fand man Arsenik auch in dem Koth einer Kuh, mit welchem ein großer Theil des Zellstoffs des Grases unverdaut entleert wird (Stein). [33])

Je genauer die sorgfältigste Forschung jene anorganischen Bestandtheile in's Auge faßt, die man sonst bei Untersuchungen organischer Körper in einen wenig beachteten Anhang zusammenzuwerfen pflegte, desto tiefer und reichhaltiger sind die Beziehungen, welche die Natur der Pflanzen an das Erdreich und dessen Gewässer binden. So fand neuerdings Schulz-Fleeth in mehren Wasser=

pflanzen viel mehr Kali als Natron, während in anderen Gewächsen, denselben Bächen entnommen, das Natron über Kali vorherrschte. Es ist gewiß der Beachtung werth, — wenn man es auch mit dem genannten Forscher behutsam vermeiden muß, die lehrreiche Thatsache zu einem allgemeinen Gesetze zu erheben, — daß die Pflanzen, die sich auszeichneten durch ihre frische grüne Farbe, die Kali-reichen waren, während der dunklen, in's Braune übergehenden Farbe der anderen der Reichthum an Natron entsprach.[34])

Und wie sich zu der Erde die Pflanzenart verhält, so in der Pflanze die einzelnen Theile. Wenn in dem Samen Kali und Phosphorsäure, wenn Kalk und Chlor im Stengel vorherrschen, und wenn eine solche Vertheilung innerhalb der Pflanze sich jedesmal wiederholt, dann ist es ein zwingender Schluß, daß die Entstehung des Samens an Kali und Phosphorsäure, wie die des Stengels an Kalk und Chlor geknüpft ist.

Aus diesem Gesichtspunkte gewinnt beinahe jede zuverlässige Angabe über die Salze in bestimmten Pflanzentheilen eine noch vor Kurzem ungeahnte Bedeutung. Es verbreitet sich ein wohlthätiges Licht über alle einzelnen Thatsachen, wenn mit der Zahl der untersuchten Pflanzentheile auch die Fruchtbarkeit des Zusammenhangs wächst, der die Entwicklung der Pflanzen an die Steinchen und den Kalk von Feld und Garten bindet.

Denn selbst den Unerfahrensten muß es ergreifen, wenn er hört, daß der kohlensaure Kalk, den er oft mühsam aus dem Garten entfernt, in alten Pflanzentheilen ein so wesentlicher Körper ist, wie in jugendlichen Werkzeugen die Verbindung des Kalks mit der Phosphorsäure. Je reicher ein Theil der Pflanze mit eiweißartigen Stoffen versehen ist, desto größer ist auch die Menge des phosphorsauren Kalks, der ihn vor eiweißarmen Geweben der Pflanze auszeichnet.

So wird es klar, warum der Samen, in dem sich der Eiweißvorrath der Pflanzen aufspeichert, dem Stengel die Phosphorsäure entzieht. Die Menge der Phosphorsäure im Stroh ist dann besonders verringert, wenn ein bedeutendes Gewicht an Körnern erzeugt wurde.[35])

Die Hauptmasse ihres Leibes bildet die Pflanze aus der Kohlensäure der Luft. Ein Theil des Sauerstoffs dieser nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff bestehenden Verbindung wird von der Pflanze ausgehaucht, während der Kohlenstoff nebst dem übrigen Sauerstoff in die Zusammensetzung der wichtigsten Pflanzenstoffe eingeht.

Bis zu einer gewissen Grenze läßt sich die Lebendigkeit des Wachsthums der Pflanze messen durch die Sauerstoffmenge, welche sich bei jenem Vorgang entwickelt. Aber bei Wasserpflanzen hört die Ausscheidung des Sauerstoffs, die Zersetzung der Kohlensäure in den grünen Theilen auf, wenn die Salze fehlen, die in den natür-

lichen Gewässern vorhanden sind [36]). Diese Salze sind die anorganischen Verbindungen des Erdbodens.

Ohne die anorganischen Stoffe ist also die Bildung der organischen Grundlage von Blatt und Stengel eine Unmöglichkeit.

Und die Thiere sind in dieser Beziehung durchaus der Pflanzen Ebenbild. Weder das Blut des Menschen, noch das der Wirbelthiere könnte sich entwickeln, wenn nicht die Erde das Eisen führte, das ihr die Pflanze entzieht. Und ohne phosphorsauren Kalk sind die eiweißreichen Theile des Thierkörpers so wenig wie die der Pflanze. Der phosphorsaure Kalk macht etwa die Hälfte unserer Knochen aus; er ist allgemein unter dem Namen der Knochenerde bekannt.

Kupfer übernimmt im Blut der Weinbergschnecke die Rolle des Eisens im Blut des Menschen (Harleß und von Bibra). Im Blut der Teichmuschel ersetzt der kohlensaure Kalk die phosphorsaure Verbindung dieser Erde, die im Blut der Wirbelthiere vorkommt (C. Schmidt).

Dem entsprechend finden wir kohlensauren Kalk in den knochenharten Theilen, den Stacheln, Gehäusen und Schalen von Stachelhäutern, Polypen und Weichthieren, während bei Menschen und Wirbelthieren die Knochen und Zähne ihre Festigkeit dem phosphorsauren Kalk verdanken.

Schwefelsaures Natron, Glaubersalz, zeichnet die

Knochen der Fische und der Lurche*) aus. Phosphorsaure Bittererde ist in reichlicher Menge in den Zähnen der Dickhäuter vertreten (von Bibra).

Beim Thier und bei der Pflanze sind Art und Gattung wie die Entwicklung der einzelnen Gewebe an die Aufnahme ganz bestimmter Salze mit unumgänglichster Nothwendigkeit gebunden.

In der harten Erdkruste sind die ersten Bedingungen gegeben für die Mannigfaltigkeit der Bewohner der Oberfläche unseres Weltkörpers.

Die Rinde unserer Erde enthält in reichlicher Menge die anorganischen Stoffe, welche zur größeren Hälfte die wesentlichen Bestandtheile der Ackererde bilden. Am dichtesten zusammengedrängt sind jene Stoffe in Bergen und Felsen, bald weicher und formlos, bald in harten Krystallen. Und diese felsigen Berge liefern nicht bloß die Hämmer und Zangen, den Marmor und das Gold für unsere Schmieden und die Werkstätten der Künstler. Ihre anorganischen Bestandtheile sind auch die Werkzeuge, welche die organischen Stoffe verbinden zu Pflanzen und Thieren, die den Erdball beleben.

Es berstet der Fels durch den Wechsel von Wärme und Kälte. Aber auch die kalte Wucht einer ewigen Schneedecke spaltet den Berg und sprengt die Blöcke aus

*) Amphibien.

einander. Der schiebende Gletscher, die reißenden Bäche und Wasserfälle sind gleichsam die Hammerwerke, die den Fels aus seinen Fugen treiben und seine Ecken zermalmen. In der Natur ist nicht Rast und nicht Ruhe. Jene Mächte der Zertrümmerung übertreffen nicht bloß die Gewalt des Tropfens, der durch öfteres Fallen den Sandstein aushöhlt; das ewig brausende und tosende Wasser, die krachenden Eisthürme, die donnernde Lawine zertrümmern den Granit. Auch der Fels kann der Ewigkeit nicht trotzen.

Der Berg zerfällt in Trümmer, die Trümmer werden Staub. Ströme tragen den Staub in die Ebene; sie düngen den Acker, denn sie ertheilen ihm der Pflanzen unentbehrliche Nahrung.

In der Wetterau, zu Logrosan in Estremadura, bei Redwitz in der Nähe des Fichtelgebirges finden sich ganze Lager von phosphorsaurem Kalk, von sogenanntem Knochenstein oder Knochenerde (Bromeis, Daubeny, Fikentscher). [37]

Der Bergmann, der in der Wetterau oder in Estremadura dereinst nach phosphorsaurem Kalk gräbt, sucht mehr als Gold, er gräbt nach Weizen, gräbt nach Menschen. Wir durchwühlen das Eingeweide der Erde, um die Heeresmacht beobachtender Sinne und sinneskräftiger Gedanken zu vermehren. Und so hebt denn der Bergmann den Schatz des Geistes, den der Bauer

in Umlauf setzt, dem Rad der Zeitläufte seine erste Triebkraft ertheilend. Der Bergmann, der im Schweiß seines Angesichts mit Lebensgefahr sein Leben erringt, er weiß es nicht, ob nicht der Stoff des besten Kopfes durch seine Hände gleitet. Er setzt mit seiner verborgenen Arbeit vielleicht Jahrhunderte in Bewegung.

Sechster Brief.

Kreislauf des Stoffs.

Es ist ein dem menschlichen Hirn sehr geläufiges Verfahren, daß es im einzelnen Fall einen allgemeinen Schluß auf eine beschränkte Reihe von Beobachtungen gründet. Aus dieser Eigenschaft, an der wir Alle leiden, von der sich nur der Eine mehr, der Andre weniger frei zu halten weiß, erklären sich die schroffen Eintheilungen, durch welche wir unsre Fassungskraft zu steigern suchen.

So verkehrt es wäre, wenn man solchen Eintheilungen ein Bürgerrecht in der Wissenschaft gestatten wollte, so sicher ist es doch, daß gerade jene Versuche, die überall ineinander greifenden Erscheinungen, den kreisenden Strom des Naturlebens in fest begrenzte Fachwerke einzudämmen, erst neue Beobachtungen und dann Gedanken hervorrufen.

Dieses Loos ist auch dem zuerst von Ingenhouß gelehrten Satze zu Theil geworden, nach welchem die

Pflanze nur von anorganischen Nahrungsstoffen leben sollte.

Als man besonders durch Senebier's Forschungsgeist erfahren hatte, daß die Pflanzen im Licht die Kohlensäure zersetzen, die ihre Blätter beständig der Luft entziehen, als man später die Gewichtszunahme bestimmte, welche die Pflanze durch den in ihr zurückbleibenden Kohlenstoff erleidet, war der wichtige Satz gefunden, daß die Pflanze nicht nur zum Theil von der Luft lebt, sondern auch, daß sie den Hauptvorrath ihres Leibes dieser Nahrungsquelle entzieht. Nannte man doch seit langer Zeit den Kohlenstoff den Pflanzenzeuger.

Freilich enthält die Pflanze außer Zellstoff und Zucker, außer Stärkmehl, Fett und Wachs, die alle nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt sind, auch Eiweiß, das in Verbindung mit diesen Grundstoffen noch Stickstoff enthält.

Aber auch die Luft führt Stickstoff und zwar nicht nur frei, sondern auch mit Wasserstoff zu Ammoniak verbunden. Dieses Ammoniak führen Thau und Regen der Erde zu, die Pflanzenwurzel nimmt es auf.[38])

Ihre Salze und Wasser findet die Pflanze im Boden. Und damit ist es allerdings erwiesene Thatsache, daß die Pflanzen unter Umständen ausschließlich von anorganischen Stoffen leben können. Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und Salze sind lauter Stoffe, die sich durch

die Einfachheit ihrer Mischung und durch das Zerfallen ihrer Verbindungen in die nämlichen einfachen Stoffe, aus denen sie hervorgegangen sind, als anorganische Körper den von Pflanzen und Thieren oder durch die Kunst hervorgebrachten organischen Verbindungen gegenüberstellen.

Die Flechte, die auf ödem Gemäuer fortwuchert, lebt thatsächlich von anorganischen Stoffen, von Luft und Salzen.

Umgekehrt ist es der Ausdruck der bekanntesten Erfahrung, daß weder der Mensch, noch irgend ein höheres Thier von Luft und Salzen leben kann.

Mit Recht wurde es als neuer und wichtiger Grundsatz verkündigt, daß die Pflanze Luft und Erde in organische Formen bringt. Und jene Neigung zum Gegensatz, der die befangenen Vorstellungen von einer zweckmäßigen Einrichtung der Natur immer Nahrung geben, überwies es den Pflanzen als einzige Aufgabe, anorganische Stoffe aufzunehmen, um sie dem Thier in organische Nahrung zu verwandeln.

Die Pflanze lebt von anorganischen Stoffen, während das Thier der organischen Nahrung bedarf, so lautete die Unterscheidung. Und die Eintheilung sollte noch gewinnen, indem man der Pflanze die Eigenschaft zuschrieb, ausschließlich Luft und Salze als Nahrung zu verarbeiten.

Aber die Verbrennung, welcher Pflanzen und Thiere, lebend und todt, durch die allseitige und fortwährende

Einwirkung des Sauerstoffs der Luft unterliegen, schreitet nicht gleich fort bis zur Bildung von Kohlensäure und Wasser. Das fallende Laub, die Stoppeln und Brachfrüchte, Stalldünger und Leichen helfen die Dammerde bilden. Sie schwängern den Erdboden mit organischen Stoffen. Die Dammsäure *), die Quellsäure und die Quellsatzsäure sind ebenso viele aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende Körper, die in keiner guten Ackererde fehlen.

Im Boden sind diese Säuren an Ammoniak gebunden. Quellsaures Ammoniak ist ein Körper, der Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthält. In quellsatzsaurem Ammoniak sind diese Grundstoffe nahezu in demselben Verhältniß wie im Eiweiß vorhanden [39]) (Berzelius, Mulder).

Dadurch schien es natürlich erklärt, daß die stickstoffarme Flechte gedeiht auf nackten Felsen, während eiweißreicher Weizen des Düngers Nährkraft erfordert.

Ingenhouß und Liebig schrieben jedoch nur den anorganischen Stoffen des Düngers die fruchtbare Wirkung zu. Und weil der Dünger und die Dammerde Gemenge sind, so erfordert die Annahme, daß Dammsäure und Quellsäure als solche die Pflanze nähren, einen unmittelbaren Beweis.

---

*) Huminsäure.

De Saussure hat ihn geliefert. Er hat durch Wägung die Menge des dammsauren Kalis bestimmt, die in gesunde Pflanzen übergeht. Ich habe den Uebergang von dammsaurem Kali in die Zwiebel und Wurzelfasern des ächten Safrans beobachtet. Und Malaguti hat ganz neuerdings die Menge von torfsaurem Ammoniak*) gewogen, welche das Wiesenschaumkraut**) dem Boden entnahm, und zugleich das Gewicht, um welches die Pflänzchen unter dem begünstigenden Einfluß des torfsauren Ammoniaks zugenommen hatten, im Vergleich zu anderen, denen dieser Nahrungsstoff nicht zur Verfügung stand.[39a])

Mulder und Soubeiran haben den günstigen Einfluß von Lösungen der organischen Stoffe der Dammerde durch den Versuch ermittelt.

Demnach ist es natürlich, daß die Wucherungen jener kleinen Pflänzchen, die wir Schimmel nennen, und deren Verwandte in der Pflanzenwelt reich sind an Stickstoff, organischen Boden lieben. Bei der trocknen Fäule des Holzes verwandeln sich die organischen Stoffe, die vorher die Holzzellen bildeten, in Zellen eines Pilzes, dessen Fäden das Holz allmälig verdrängen. In der bekannten Krankheit der Seidenwürmer, der gefürchteten

---

*) Ulminsaures Ammoniak.

**) Cressonette. Malaguti. Cardamine pratensis.

Muscardine, wächst ein Pilz aus den Blutkörperchen der Raupe hervor. Eine Pflanzung von Pilzen kann den Zucker vernichten; der rothe Ueberzug, den man bisweilen auf verdorbenem Zucker antrifft, besteht aus Arten einer neuen Gattung jener wuchernden Pflänzchen.[40])

Je mehr eine Pflanze Eiweiß erzeugt, desto unentbehrlicher sind ihr die organischen Säuren der Dammerde. Und wir wissen durch Mulder, daß diese Säuren durch ihre Verwandtschaft zum Ammoniak, das dem Eiweiß den Stickstoff liefert, im höchsten Grade ausgezeichnet sind.

Dennoch verharrt Liebig seit Jahren so fest bei seiner Behauptung, daß der Dünger nur durch anorganische Stoffe wirkt[41]), daß er die von Mulder und Johnston, von Soubeiran, Malaguti und so vielen Anderen bis in die neueste Zeit mit Recht vertheidigte Lehre, die Dammerde nütze auch durch ihre organischen Bestandtheile, „verlassen" wähnt.[42])

Liebig sagt: „Wir wissen, daß bei den Seegewächsen von einer Zufuhr an Nahrung, von Humus „(Dammerde), durch die Wurzel nicht die Rede sein „kann"[43]). Warum? Fehlen etwa im Meere die Bedingungen der Verwesung, welche die untergegangenen Pflanzen in Dammsäure, in Quellsäure und Quellsatzsäure verwandeln? Aber, gesetzt sie fehlten, so würden der Riesentang und andere Seegewächse sich dem Beispiel

der ohne Dammerde wachsenden Flechten anreihen. Daß deshalb anderen Pflanzen die Dammsäure nicht zur Nahrung gereicht, ist keine Folge. Oder essen wir kein Fleisch, weil der Grönländer von Fischen und die Bewohner mancher Inseln der Südsee von der Brodfrucht leben?

Aber Kalk nützt, wirft Liebig weiter ein. Und Kalk könnte nicht nützen, wenn die Dammsäure Vortheil bringt, denn Kalk zerstört die Dammsäure[44]). Es ist klar, daß hier eine ähnliche Verwechslung eines Wahrscheinlichkeitsgrundes mit einem Beweise Liebig's Schluß verdunkelt. Wenn Kalk sich unter Umständen nützlicher erweist als Dammsäure, ist deshalb Dammsäure wirkungslos?

Kalk läßt überdies das dammsaure Ammoniaksalz unversehrt. Ja, Kalk kann sich sogar mit der Dammsäure verbinden. Liebig selbst hat den Versuch gemacht, die Menge der Dammsäure, die etwa in die Pflanze übergehen könnte, nach dem Kalkgehalt der Pflanzen zu bestimmen. Also muß der Kalk die Dammsäure wohl nicht vollständig zerstören. Das Kalksalz wäre nach Liebig sogar das verbreitetste und an Dammsäure reichste der Salze.[45])

Um das Maaß des Widerspruchs mit sich selbst zu füllen, hat Liebig sich gerade aus dem Grunde gegen die Wirksamkeit der Dammsäure entschieden, weil die Menge des Kalks, die in der Pflanze vorkommt, zu

klein sei, um dieser eine erhebliche Menge von eben der Dammsäure zuführen zu können, welche der Kalk zerstören soll.

Dammsaurer Kalk wäre ferner nach Liebig eine Verbindung, die so viel Wasser erfordert, um gelöst zu werden, daß der Regen, der auf den Acker herabströmt, bei Weitem nicht hinreichen könnte, um der Pflanze viel Kohlenstoff in der Form von Dammsäure zuzuführen.

Gewiß wäre dieser Einwurf von großer Bedeutung, wenn Liebig's Behauptung, der dammsaure Kalk sei das verbreitetste der Salze dieser Säure, ihre Richtigkeit hätte. Dem ist aber nicht so. Nicht nur, daß dammsaures Ammoniak viel reichlicher in der Ackererde enthalten ist, die Verbindung der Dammsäure mit dem Ammoniak ist auch so fest, daß eine der stärksten Säuren, das Vitriolöl oder die Schwefelsäure, nicht im Stande ist, dieselbe vollständig zu zerlegen (Mulder).

Nun ist aber dammsaures Ammoniak ebenso leicht, wie die Verbindung des Kalks mit der Dammsäure schwer in Wasser löslich. Dammsaures Ammoniak ist zweitausendmal leichter in Wasser löslich als dammsaurer Kalk.

Unter anderen Wahrscheinlichkeitsgründen gegen die Fruchtbarkeit der Dammerde erhebt Liebig den Einwand, daß wir den Ertrag der Pflanzen an Kohlenstoff bis zu einer gewissen Grenze durch Zufuhr von Stoffen

steigern können, die keinen Kohlenstoff enthalten [46]. So richtig diese Thatsache, so nichtig ist der Einwand. Es unterliegt, besonders nach den lehrreichen Untersuchungen von Cloëz und Gratiolet, nicht dem mindesten Zweifel, daß die Pflanze die Kohlensäure der Luft nicht zerlegen, ihren Kohlenstoff nicht binden kann, ohne die Anwesenheit von geeigneten Salzen im Acker. Weil diese Salze nützen, schließt Liebig, nützt die Dammsäure nicht. Nach derselben Folgerungsweise nützt auch die Kohlensäure nicht, das Wasser nicht, ja nützen selbst die Salze nicht, mit Ausnahme eines einzigen, das man beliebig zu dieser Betrachtung unter den anorganischen Bestandtheilen der Pflanze wählen kann.

Das sind die Abwege, auf denen man sich verliert, wenn man sich darauf einläßt, eine Ansicht mit Wahrscheinlichkeitsgründen, statt mit Beweisen zu stützen. Und darin liegt auch die Zähigkeit eines solchen Irrthums. Denn Wahrscheinlichkeitsgründe schießen wie Pilze aus der Erde.

Ich habe bisher zwar die wichtigsten, aber noch lange nicht alle Erwägungen widerlegt, die Liebig mit den Reizen einer fesselnden, oft blitzartig leuchtenden Darstellung ausgeschmückt hat. Wir müssen noch einen Haupteinwurf in Betracht ziehen.

„Der Ertrag einer Wiese oder der gleichen Fläche „Wald an Kohlenstoff ist unabhängig von einer Zufuhr

„von kohlenstoffreichem Dünger"[47]). Wie aber, wenn es sich bei der Zufuhr von dammsaurem Ammoniak viel mehr um die Anwesenheit einer sehr günstig zusammengesetzten Verbindung von Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff handelte, als um die Steigerung des Ertrags an Kohlenstoff, die freilich mittelbar zugleich gegeben ist? Unsre Feldfrüchte sind nicht bloß deshalb so dringend auf Dünger angewiesen, weil dieser die Bodensalze vermehrt oder ergänzt, sondern auch darum, weil die Erzeugung von stickstoffreichem Eiweiß, die wir beim Feldbau beabsichtigen, durch die Ammoniakverbindungen der organischen Säuren der Ackererde auf's Kräftigste gefördert wird.

Niemand — so lange die obschwebende Frage wissenschaftlich erörtert wurde — durchaus Niemand hat geglaubt, daß die Pflanze einen großen oder gar den größten Theil ihres Kohlenstoffs der Dammsäure verdankt. De Saussure, jener gründliche Vertheidiger der organischen Pflanzennahrung, hat schon hervorgehoben, daß Pflanzen in fruchtbarer Gartenerde höchstens $^1/_{20}$ ihres Gewichts den organischen Stoffen des Bodens verdanken können.[48])

Wenn aber die Pflanze wirklich nur den kleinsten Theil ihres Kohlenstoffs von Dammsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure herleitet, wird dadurch bewiesen, daß die Pflanze von jenen Säuren gar keinen Kohlenstoff bezieht?

Liebig selbst, überwältigt von der Macht der Thatsachen, giebt eine Wirkung der Dammerde zu, eine Wirkung eben dadurch, daß sie den Pflanzen Kohlenstoff liefere. „Die Wirkung des Humus" (der Dammerde) „besteht in einer beschleunigten Entwicklung der Pflanze, „in einem Gewinn an Zeit; in allen Fällen wächst durch „den Humus der Ertrag an Kohlenstoff." „Das Moment der Zeit muß bei der Kunst des Ackerbaues mit „in Rechnung genommen werden, und in dieser Beziehung ist der Humus für die Gemüsegärtnerei von „ganz besonderer Wichtigkeit." [49])

Und doch soll der Ertrag einer Wiese oder der gleichen Fläche Wald an Kohlenstoff unabhängig sein von einer Zufuhr kohlenstoffreichen Düngers?

Es ist klar, Liebig kann, seinem allgemeinen Lehrsatz zum Trotz, die Wirkung der Dammerde als einer Quelle von Kohlenstoff nicht folgerichtig läugnen. Allein den Satz, daß niemals organische Stoffe der Pflanze zur Nahrung gereichen, giebt er dennoch nicht auf. Liebig läßt die Dammsäure durch fortschreitende Verwesung erst ganz in Kohlensäure und Wasser zerfallen, bevor sie von der Wurzel aufgenommen wird. Die Kohlensäure des Bodens soll dann die Kohlensäure der Luft ergänzen, sie soll die phosphorsauren Erdsalze des Bodens lösen, doppelt-kohlensaure Salze bilden, die unlöslichen Kieselerdeverbindungen in lösliche Formen überführen. Dadurch meh-

ren sich die Wurzelfasern, also mittelbar die Blätter und die Aufnahme von Kohlensäure der Luft.[50])

Daß ein Theil der organischen Säuren durch fortschreitende Verwesung zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, ist eine unbestreitbare Thatsache. Aber weil die Verwesung eine sehr langsame Verbrennung darstellt, eben deshalb sind die Ammoniaksalze organischer Säuren reichlich im Acker enthalten. Daß sie als solche in die Pflanzen übergehen, ist durch unmittelbare Beobachtung erwiesen. Daß sie endlich auch durch Zufuhr von Kohlenstoff nützen, hat Liebig inmitten seiner widersprechenden Behauptungen selbst nachdrücklich ausgeführt. Für den Ausspruch, daß alle Dammsäure vorher in Kohlensäure und Wasser zerfallen müsse, liegt nicht einmal der Versuch eines Beweises vor.

„Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Ge„treidepflanzen unentbehrlichen phosphorsauren Salze, im „Fall sie ihm fehlen, so haben wir alle Bedingungen zu „einer reichlichen Erndte erfüllt, denn die Atmosphäre ist „ein ganz unerschöpfliches Magazin an Kohlensäure“[51]). Das ist ein Lieblingsgrund bei Liebig. Die Luft liefert den Kohlenstoff in unerschöpflichem Ueberfluß. Wozu soll also die Dammerde noch Kohlenstoff liefern? Demnach liefert die Dammsäure keinen. Es ist der alte Standpunkt der Zweckmäßigkeits-Vorstellungen, auf dem man alles wahrscheinlich machen, und nichts beweisen

kann. Man braucht solche Beweisgründe nur nackt und einfach hinzustellen, um für den gesunden Menschenverstand keines Worts zur Widerlegung mehr zu bedürfen.

Ich habe Liebig's Scheingründe, die sich unverbesserlich wiederholen, mit mehr Ausführlichkeit bekämpft als sonst in ein Volksbuch gehört. Liebig nennt aber in einem Buch, das nicht nur für selbständig prüfende Fachmänner, sondern für die ganze gebildete Welt bestimmt ist, die Humustheorie „verlassen". Damit läßt sich seine Ansicht von den Ernährungsquellen der Pflanzen nicht durchkämpfen. De Saussure, Mulder und der erste Agriculturchemiker, den das praktisch am weitesten vorangeschrittene Land der Erde besitzt, Johnston, Soubeiran, Malaguti und viele Andere vertheidigen die Wirkung des dammsauren Ammoniaks nicht mit dem Gewicht ihrer Namen oder eines zwingenden Machtspruchs, sondern mit Thatsachen, die sich nicht beherrschen lassen.

Wenn die Dammsäure, die Quellsäure und Quellsatzsäure vorzugsweise an Ammoniak gebunden in die Pflanzenwurzel übergehen, wenn überdies das quellsatzsaure Ammoniak Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff nahezu in demselben Verhältniß führt wie das Eiweiß, dann muß das Ammoniak in der Ackererde für das Gedeihen der Feldfrüchte wenigstens ebenso wichtig sein wie jene organischen Säuren.

Ja, das Ammoniak ist noch wichtiger. Denn es läßt sich nicht bezweifeln, daß die Pflanze die Hauptmenge ihres Stickstoffs ebenso dem Ammoniak verdankt, wie bei weitem der größere Gewichtstheil ihres Kohlenstoffs von der Kohlensäure hergeleitet werden muß.

Darum war es eine so bedeutende Leistung Liebig's, daß er den Ammoniakgehalt der Luft und des Regens kennen lehrte. Die Menge des Ammoniaks in der Luft ist einem sehr beträchtlichen Wechsel unterworfen, schon deshalb, weil diese Verbindung des Stickstoffs mit Wasserstoff so begierig vom Wasser aufgenommen wird, daß jeder Regen beinahe alles Ammoniak aus dem Luftkreis entfernt.

So wird denn mit jedem Regen dem Acker die fruchtbarste Stickstoffverbindung zugeführt, die den Pflanzen zur Nahrung gereicht, mit dem Gewitterregen in der bedeutendsten Menge. Die segnende Wirkung des Regens ist also nicht beschränkt auf die Lösung der im Boden vorhandenen Körper; mit dem Regen strömt einer der wichtigsten Nahrungsstoffe der Pflanzen auf Feld und Garten herab.

Noch wichtiger als diese Quelle des Ammoniaks ist aber eine andere, in der Ackererde selbst entspringende, die vorzüglich Mulder's Forschergeist aufgedeckt hat. Liebig hat sie mit Unrecht bekämpft.[52])

Es ist nämlich eine der wichtigsten Eigenschaften des

Wasserstoffs, daß er in dem Augenblick, in welchem er sich frei aus seinen Verbindungen entwickelt, mit verdichtetem Stickstoff eine neue Verbindung eingeht, die nichts Anderes ist als Ammoniak.

Eisen ist ein Grundstoff, Wasser eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff. Wenn wir Wasser mit Eisen mischen, dann entzieht das Eisen dem Wasser den Sauerstoff. Es entsteht Eisenrost, eine Verbindung von Eisenoxyd mit Wasser, und Wasserstoff wird frei.

Alle lockeren pulverförmigen Gemenge verdichten luftförmige Körper, z. B. den Stickstoff. Die Eisenfeile ist ein solches lockeres Pulver. Wenn wir der Eisenfeile Wasser zusetzen, bildet sich nicht bloß Eisenrost. Der aus dem Wasser freiwerdende Wasserstoff verbindet sich mit dem in der Eisenfeile verdichteten Stickstoff zu Ammoniak.

Die Ackererde übernimmt die Rolle von Wasser und Eisenfeile zugleich. Sie verdichtet Stickstoff in ihren Poren, und die verwesenden Stoffe der Dammerde sind Quellen von Wasserstoff, der sich im Augenblick des Freiwerdens mit dem verdichteten Stickstoff paart.

In guter Ackererde kann dammsaures Ammoniak nicht fehlen.

Aber in dem dammsauren Ammoniak vereinigen sich Luft und Erde und verwesende Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren, um den wichtigsten Nahrungsstoff für

das Gedeihen der Frucht zu liefern. Die Luft giebt den Sauerstoff, der die Verwesung bedingt. Verwesung ist nichts als eine langsame Verbrennung. Der Sauerstoff ist aber die Ursache, daß sich aus dem verwesenden Körper Wasserstoff entwickelt. Es ist wiederum die Luft, aus welcher der Stickstoff stammt, dem der Wasserstoff im Augenblick des Freiwerdens begegnen muß. Die Erde verdichtet den Stickstoff in den kleinsten Zwischenräumen ihrer Krume. Aus verwesenden Thieren und Pflanzen geht die Dammsäure hervor.

Dammsaures Ammoniak ist der wichtigste Nahrungsstoff für Weizen und Erbsen, für die kräftigsten Nahrungsmittel des Menschen, weil es sich am leichtesten in Eiweiß verwandelt, in jene hoch zusammengesetzte, auf hoher Stufe organischer Mischung stehende Verbindung von Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die den ersten Anstoß giebt zum Leben der Pflanze. Zum Leben, das heißt zum Stoffwechsel.

Lösliches Eiweiß oder Stoffe, die mit dem löslichen Eiweiß den höchsten Grad von Uebereinstimmung zeigen, versetzen das Stärkmehl der Samen und Wurzeln in den gelösten Zustand, das heißt, sie setzen dieselben in Bewegung.

Diese Bewegung bedingt das Keimen.

Schon ragen die ersten grünen Blättchen aus der Erde hervor und schon beginnt die Aufnahme von Koh-

lensäure der Luft, welche mit Hülfe von Ammoniak, Wasser und Salzen jene unscheinbaren Blättchen in Busch und Wald verwandeln kann.

Die Zersetzung der Kohlensäure, welche das üppige Wuchern der Pflanze möglich macht, geht in allen grünen Pflanzentheilen vor sich, die vom Licht beschienen werden. Ja, es ist diese Zersetzung nicht einmal auf die rein grünen Theile ausschließlich beschränkt. Auch die grüngelben Blätter der auf Obstbäumen schmarotzenden Eichenmistel vermögen die Kohlensäure zu zerlegen (Luck).[53])

Aber die Kohlensäure stammt von athmenden Menschen und Thieren, von dem Holz und den Steinkohlen, die wir verbrennen. Die Pflanze führt den Kohlenstoff in den Kreis des Lebens zurück.

Gebunden wird indeß der Kohlenstoff nur, wenn die Pflanze zugleich Salze im Boden vorfindet und Sauerstoff in der Luft. Wenn der Sauerstoff fehlt, vermögen die grünen Blätter selbst im Licht die Kohlensäure nicht zu zersetzen (Theod. de Saussure)[54]). Luft und Erde machen erst die Kohlensäure fruchtbar, die sich sonst anhäufen würde zur Qual, zur Lebensgefahr von Menschen und Thieren.

Wie das Korn auf dem Felde, so sammelt das Vieh auf der Weide das Ammoniak und die Kohlensäure, nachdem sie in Eiweiß verwandelt sind, in einer Gestalt,

die dem Menschen zur Nahrung am tauglichsten ist. Erzeugung von Eiweiß, von Fett und Salzen ist für den Ackerbau und die Viehzucht gleichmäßig Hauptziel.

Derselbe Kohlenstoff und Stickstoff, welche die Pflanzen der Kohlensäure, der Dammsäure und dem Ammoniak entnehmen, sind nach einander Gras, Klee und Weizen, Thier und Mensch, um zuletzt wieder zu zerfallen in Kohlensäure und Wasser, in Dammsäure und Ammoniak.

Hierin liegt das natürliche Wunder des Kreislaufs. Mir scheint es platt, um nicht zu sagen fade, wenn man es wunderbar findet, daß der Kohlenstoff unsres Herzens, der Stickstoff unsres Hirns früher vielleicht einem Aegypter oder Neger angehörte. Diese Seelenwanderung wäre die engste Folgerung aus dem Kreislauf des Stoffs. Das Wunder liegt in der Ewigkeit des Stoffs durch den Wechsel der Form, in dem Wechsel des Stoffs von Form zu Form, in dem Stoffwechsel als Urgrund des irdischen Lebens.

Alle Mühe des Menschen bewegt sich auf Bahnen, die in jenen Kreislauf einmünden wie Strahlen. Das Ringen ist näher und ferner dem Mittelpunkt, je nach den Graden des Bewußtseins. Je näher wir aber dem Mittelpunkt stehen, je klarer wir uns bewußt sind, daß wir durch die richtige Paarung von Kohlensäure, Ammoniak und Salzen, von Dammsäure und Wasser an

der höchsten Entwicklung der Menschheit arbeiten, desto mehr wird auch das Ringen und Schaffen veredelt, mit dem wir das Rollen der Elemente auf den kürzesten Weg innerhalb des Kreislaufs zu bannen suchen.

Denn das ist die erhabene Schöpfung, von der wir täglich Zeugen sind, die nichts veralten und nichts vermodern läßt, daß Luft und Pflanzen, Thiere, Menschen sich überall die Hände reichen, sich immerwährend reinigen, verjüngen, entwickeln, veredeln, daß jedes Einzelwesen nur der Gattung zum Opfer fällt, daß der Tod selbst nichts ist als die Unsterblichkeit des Kreislaufs.

Siebenter Brief.

Die Pflanze und der Boden.

Wenn man die getrockneten Blätter der Theestaude verbrennt, dann kann man an der Farbe der Asche unterscheiden, ob man es mit chinesischem oder mit Java-Thee zu thun hat. Durch den bedeutenden Gehalt an Eisenoxyd ist die Asche des letztern viel röther gefärbt. Auch der Aufguß des Java-Thee's ist dunkler als der des chinesischen, weil das Eisenoxyd mit der Gerbsäure der Theeblätter eine schwarzblaue Verbindung eingeht (Mulder).

Es ist klar, daß der Eisengehalt des Bodens jener fruchtbaren Insel die Ursache sein muß, weshalb der Java-Thee noch immer dem chinesischen nicht ganz gleich zu setzen ist. Und wenn im Süden der Vereinigten Staaten Nord-Amerikas, in Alabama, Georgien und Süd-Carolina, wenn gar in Brasilien der Theebau nur allmälig die Blüthe und Vorzüge erreicht, die in China

gegeben sind, so hat man die Gründe zu einem großen Theil im Boden zu suchen.

Die feine Teltower Rübe verläßt den Märker Sand nur auf Kosten ihres Geschmacks. Im üppigen Boden der Rheinprovinz verwandelt sie sich in unförmliche Knollen, in denen der Berliner sein Lieblingsgericht nicht wieder erkennt.

Wie der Thee und die Rüben, so der Tabak und die Rebe. Der Havannah artet auf Java allmälig aus. Man hat es umsonst versucht, in Amerika durch europäische Reben ein dem Rheinwein gleiches Erzeugniß zu erzielen.[55])

Alle diese Thatsachen erklären sich auf die befriedigendste Weise durch das regelmäßige Verhältniß der organischen Grundlage der Pflanzen zu den Salzen des Bodens.

Ob ein Baum süße oder bittere Mandeln trägt, hängt lediglich vom Standort ab. Liebig berichtet von Fällen, in denen es hinreichte, einen Baum, der bittere Mandeln trug, zu versetzen, um süße Mandeln zu erzeugen. In letzteren fehlt der eigenthümliche Mandelstoff*), der sich durch eine in allen Mandeln vorhandene Hefe in Bittermandelöl und Blausäure verwandelt.

Kartoffeln, die im Keller keimen, enthalten einen

---

*) Amygdalin.

giftigen Körper, der sich auszeichnet durch seine Verwandtschaft zu Säuren. An die Stelle der Alkalien oder Erden, welche die über dem Boden liegenden Knollen nicht aufnehmen konnten, tritt ein organisches Alkali, das sich in der Pflanze selbst entwickelt. Je weniger Kalk der Chinabaum im Boden vorfand, desto mehr Chinin ist in der Rinde an Chinasäure gebunden. So kann im Mohnsaft die Mohnsäure*) durch Schwefelsäure vertreten werden.

Es ist eine merkwürdige Beobachtung der neuesten Zeit, daß die Weine Jod führen. Unter den französischen Weinen ist dieser Grundstoff am reichlichsten vertreten in dem Wein der Granithügel von Beaujolais und Mâconnais, am spärlichsten in dem auf weißer Kreide gewachsenen Champagner. Der Bordeauxwein von der Tertiairschichte der Gironde ist ärmer an Jod als das Gewächs der grünen Kreide, die sich von Cahors bis nach la Rochelle erstreckt (Chatin).[56])

Wenn die gemeine Brunnenkresse in fließendem Wasser wächst, ist sie als Arzneimittel besonders gesucht. Sie verdankt einen Theil ihrer Heilkraft dem Jod, das ihr von fließendem Wasser immer neu zugeführt wird und deshalb reichlicher in ihr vorkommt, als in Brunnenkresse, die aus stehendem Wasser gesammelt wurde (Chatin).

Der Vortheil der Brache, der Wechselwirthschaft, des

---

*) Mekonsäure.

Mineraldüngers, der Nutzen von Gyps, von Mergel und Knochen sind ebenso viele sprechende Beweise für das stoffliche Verhältniß der Pflanze zum Boden, das im Leben längst als Thatsache feststand, bevor es die neuere Wissenschaft begreifen lehrte.

Auch der fruchtbarste Boden wird zuletzt erschöpft. Es ist eine bekannte Erfahrung, daß die Weinberge Kali erfordern. Wir haben es neuerdings durch Berthier gelernt, daß dieses Kali nur zu einem sehr kleinen Theile in die Trauben, dagegen großentheils in Holz und Blätter der Reben übergeht [57]). Aber die Traube setzt die Rebe voraus. Und wenn auch Boussingault, der wissenschaftlichste Bearbeiter landwirthschaftlicher Fragen, erwiesen hat, daß Kartoffeln, Weizen und Runkelrüben dem Boden mehr Kali entziehen als der Weinstock [58]), so ist doch das Kali im Boden auch für die Rebe Bedürfniß. Und zwar nicht bloß weil die Rebe Kali führt. Durch die kohlensauren Alkalien des Kuhmistes wird nach Liebig die Menge des Zuckers in den Trauben vermehrt.

Weil Kartoffeln dem Boden das Kali entziehen, würde man durch Kartoffeln einen Weinberg verderben; es würde in der Erde eine Quelle erschöpft, die für den Weinstock fließen muß.

Einer gleichen Flächeneinheit des Bodens wird vom Weizen in derselben Zeit fünfmal soviel Kali und Phosphorsäure entzogen als von einem Buchenwald, und

Kiefern begnügen sich mit etwas mehr als der Hälfte jener Stoffe, welche die Buchen in Anspruch nehmen. Hierin ist einer der merkwürdigsten Gegensätze zwischen Feldbau und Forstwirthschaft gegeben (Fresenius).[58a])

Salm-Horstmar hat gelehrt, daß die Haferpflanze bei Mangel an Eisen ihre grüne Farbe einbüßt, daß sie bleichsüchtig wird und die Fähigkeit verliert, Blüthe und Frucht zu erzeugen.[59])

Fluorcalcium schadet der Haferpflanze[60]), während es in der Gerste vorkommt. Kochsalz schadet leicht dem Buchweizen, während es bei gleichzeitiger Anwesenheit von Dammerde für Gerste und Hafer nützlich ist (E. Wolff).[61])

Roher Gyps, salpetersaures Kali, salpetersaures Ammoniak und schwefelsaures Natron sind nach Isidore Pierre die fruchtbarsten mineralischen Düngmittel für Klee, und zugleich, trotz dem hohen Preise der salpetersauren Salze, die billigsten im Vergleich zum Ertrage.[62])

Die Thatsache, daß unsere Getreidesamen so auffallend reich sind an stickstoffhaltigem Kleber, an Phosphorsäure und Bittererde, veranlaßte denselben ausgezeichneten Forscher zu versuchen, ob nicht ein Doppelsalz, welches Phosphorsäure, Bittererde und Stickstoff in der Form von Ammoniak in sich vereinigt, auf die Ergiebigkeit der Erndten fruchtbar wirken würde. Es zeigte sich in der That, daß phosphorsaures Bittererde-Ammoniak,

in einer Menge von 150 bis 500 Kilogramm dem Hektar zugesetzt, eine außerordentlich günstige Wirkung entfaltet. Weizenkörner wurden in Folge jenes Zusatzes um 3 Procent schwerer, und der Ertrag des Buchweizens wurde reichlich versechsfacht. [62a])

Verschiedene Pflanzenarten erfordern also bestimmte Mineralbestandtheile im Acker, die, wenn sie fehlen, durch die Kunst ergänzt werden müssen.

Hiernach kann die Aufgabe des Landwirths auf doppelte Weise gelöst werden. Entweder wird der Acker als gegeben betrachtet, und dann hat man je nach dem Acker die Frucht zu wählen. Oder aber die zu erzielende Erndte wird als feststehend angenommen, dann hat man den Dünger je nach der Beschaffenheit des Bodens einzurichten.

Da zum Beispiel nach Boussingault Kartoffeln und Runkelrüben beide dem Boden eine außerordentliche Menge von Kali entziehen, so wird es unzweckmäßig sein, auf einem Acker, dessen Kaligehalt durch Kartoffeln erschöpft ist, Runkelrüben zu bauen. Man wählt im Einklang mit der Beschaffenheit des Ackers eine andere Frucht, die nicht auf Reichthum an Kali angewiesen ist, oder verbessert den Boden durch Brachfrüchte, die kurz vor der Blüthe eingeackert werden. Letztere theilen den höheren Schichten der Erde die Salze mit, welche ihre Wurzeln aus der Tiefe aufgenommen haben. Während

der Brache aber ist außerdem die Verwitterung thätig; es werden neue Mengen von kieselsaurem Kali neuen Erndten zur Verfügung gestellt.

Auf dieser Kenntniß der Bedürfnisse der einzelnen Pflanzen beruht das Geheimniß der Wechselwirthschaft, der Brache, und es ist Liebig's unsterbliches Verdienst, daß er in der fruchtbarsten Weise den hierher gehörigen dunklen Erfahrungssätzen wissenschaftliche Gründe untergebreitet, an die Stelle des Geheimnisses ein offen erkanntes Naturgesetz gebracht hat.

Im Weinberg ist das Verhältniß umgekehrt, mit dem Acker verglichen. Er soll Jahr ein, Jahr aus Trauben liefern. Die Wahl der Pflanze richtet sich nicht nach dem Boden, also muß der Dünger der Rebe entsprechen. Darum bringen wir mit dem Kuhmist kohlensaure Alkalisalze in den Weinberg. Denn fehlen diese so weit, daß der Weinstock die erforderliche Menge für Blatt und Rebe nicht aufnehmen kann, dann hilft keine Sonne, einen guten Jahrgang zu erzeugen.

Ohne Rebe und Blätter keine Trauben. Nichtsdestoweniger ist es in manchen Fällen von Belang zu wissen, daß der eine Bestandtheil den Stengel, der andere die Frucht begünstigt. So wird nach Wolff durch kohlensaures Kali das Wachsthum aller Theile befördert, die vorzugsweise Zellstoff enthalten, die Entwicklung von Blatt und Stengel, während phosphorsaure Salze das

Gedeihen der Frucht bewirken [63]). Es ist bekannt, daß die Frucht in allen Fällen durch ihren Reichthum an Phosphorsäure und an Eiweiß ausgezeichnet ist. Phosphorsaure Salze und eiweißartige Körper sind die Ursachen, weshalb kein anderer Pflanzentheil mit der Frucht des Weizens, mit dem Samen der Hülsenfrüchte verglichen werden kann. Der Ackerbau, sofern er sich mit dem unmittelbarsten Bedürfniß, mit der Ernährung des Menschen befaßt, kennt keine höhere Aufgabe, als die Erzeugung von Eiweiß und das Sammeln von phosphorsaurem Kali und den phosphorsauren Verbindungen des Kalks und der Bittererde.

So wird es denn verständlich, warum das Streben der Zeit immer bewußter darauf gerichtet ist, im einzelnen Fall den rechten Mineraldünger zu erkennen. Und wenn wir uns bei der stets wachsenden Bevölkerung die Möglichkeit denken, daß Mangel an phosphorsaurem Kalk, Mangel an Knochenerde, eintreten sollte, dann gewinnen die Entdeckungen der Lager von Knochenstein, von phosphorsaurem Kalk in der Wetterau und in Estremadura ihre höchste Bedeutung.

Der Mineraldünger nützt indeß nicht bloß durch die festen Salze als solche. Der kohlensaure Kalk, die kohlensauren Erden überhaupt, die kohlensauren Alkalisalze geben in der Wärme Kohlensäure ab. Unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen verliert der kohlensaure Kalk

des Mergels erst Wasser und dann Kohlensäure, die zugleich mit dem Wasserdampfe fortgerissen wird. So entstehen nach und nach Verbindungen, die mehr Kalk als früher enthalten, ein Kalksalz, in dem der Kalk über die Säure vorherrscht, ein basisches Kalksalz (Jacquelain).

Im Winter nimmt das basische Salz von Neuem Kohlensäure auf, und dadurch ist für den Sommer eine neue Quelle von Kohlensäure gegeben.

Dieser Einfluß des Mergels und anderer Körper, die kohlensaure Salze führen, steigt mit der Wärme. Er kommt bei dem üppigen Wachsthum zwischen den Wendekreisen in Betracht.[64])

Hierdurch wird die Wirkung des Düngers erklärt, der in Nord-Deutschland unter dem Namen Post bekannt ist. Der Post besteht aus einer Pflanze, aus Chara-Arten, die nach Schulz-Fleeth[65]) durch ihren außerordentlichen Reichthum an kohlensaurem Kalk ausgezeichnet sind. Man bringt diese Pflanzentheile im Herbst auf den Acker und läßt sie den Winter über verwittern. Da es nun dem betreffenden Boden an kohlensaurem Kalk nicht fehlt, so kann der Post nicht wirken durch sein Kalksalz. Er ist wie der Mergel eine Quelle von Kohlensäure, welche die Entwicklung der organischen Grundlage der Pflanzen befördert.

Abgesehen von der unmittelbaren Wirkung durch ihre anorganischen Bestandtheile, abgesehen davon, daß der

kohlensaure Kalk, in kohlensäurehaltigem Wasser gelöst, Alkalien und Kieselsäure aufschließt, in einen zum Eindringen in die Pflanzenwurzel befähigenden Zustand überführt, nützen Mergel und Post und andere Verbindungen, die kohlensauren Kalk enthalten, durch die im Sommer sich ereignende Abgabe von Kohlensäure, welche selbst ein Mittel ist, den kohlensauren Kalk und andere an sich unlösliche Körper in Wasser zu lösen.

In solcher Weise wird der Boden selbst eine Quelle von Kohlensäure. Aber ebenso wie die Kohlensäure, und mehr noch, ist das Ammoniak der Erde von Bedeutung.

Jeder thierische Dünger, und namentlich der Harn, bereichert den Ammoniakgehalt des Bodens.

Die Pflanzen, die für den Ackerbau am wichtigsten sind, die Getreide, welche den Menschen treuer, oder mindestens ebenso treu begleiten, wie die treuesten Hausthiere, die Erbsen, Bohnen und Linsen, sind so reich an Stickstoff, an Eiweiß, das diesen Stickstoff enthält, daß wir künstlich Ammoniak zuführen müssen, um unser Bedürfniß durch diese Pflanzen zu decken.

Daß Kartoffeln auch bei der reichlichsten Düngung wenig Stickstoff liefern[66]), beweist nichts gegen die Wirkung des Düngers, sondern nur gegen die Fähigkeit der Kartoffelpflanze, eine reichliche Eiweißmenge in ihren Wurzeln zu erzeugen. Ohne Dünger vermag der Weizen nicht den Ueberfluß zu bereiten, den wir in guten Jahren segnen.

Eben deshalb ist auch jedes Mittel so wichtig, welches das an sich flüchtige Ammoniak in der Erde zu fesseln vermag. Liebig hat in diesem Sinne auf die Bedeutung des Gypses aufmerksam gemacht. Gyps ist eine Verbindung von Kalk und Schwefelsäure, welche kohlensaures Ammoniak in kohlensauren Kalk und in das nicht flüchtige schwefelsaure Ammoniak verwandelt. Mène, der merkwürdiger Weise dieses Verhältniß entdeckt zu haben glaubt, hat gezeigt, daß sich der Gyps durch andere schwefelsaure Salze, durch freie Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure ersetzen läßt[67]). Natürlich, weil alle diese Säuren gleichfalls das Ammoniak zu binden vermögen.

Viel wichtiger als der Gyps sind die Dammsäure fruchtbarer Aecker und die Quellsäure der Quellen. Dammsaures Ammoniak wird nicht einmal durch freie Schwefelsäure vollständig zerlegt. Dammsaures Ammoniak bietet aber nicht nur den Stickstoff, es bietet der Pflanze Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in Verhältnissen, die sehr nahe mit denen des Eiweißes übereinstimmen. Darum ist der Ertrag einer Wiese bedeutender, wenn sie mit einer Quelle bewässert wird, welche reich ist an quellsaurem und quellsatzsaurem Ammoniak, als wenn man die gleiche Wassermenge einer Quelle entnommen hat, welche verhältnißmäßig arm an diesen Salzen ist.[67a])

Der Boden ist der erste der großen irdischen Ein-

flüsse, nach denen sich Pflanzen, Thiere, Menschen richten. Auf den Hochebenen der Anden sind Kornfelder, die seit zwei Jahrhunderten jährlich reichliche Erndten geben. Mais wird in Peru, und selbst im südlichen Europa, mit dem besten Erfolg ohne Unterbrechung gebaut. Bei uns gedeiht der Weizen nur vermöge einer vernünftigen Wechselwirthschaft. In Virginien kann auf dem erschöpften Boden weder Weizen noch Tabak gebaut werden.

Wegen der Mannigfaltigkeit in dem Gemenge der anorganischen Bestandtheile, die sich an dem Aufbau der Pflanzen betheiligen, hat jeder Boden seine eigene Flora, die den Menschen mit der Muttererde verknüpft. Durch die Pflanzen hängen wir unmittelbar mit dem Acker zusammen. Die Pflanzen sind unsere Wurzeln, durch welche wir Eiweiß für's Blut und phosphorsauren Kalk für unsere Knochen aus dem Felde saugen. Und so gewinnt es eine tiefe, stoffliche Bedeutung, wenn es heißt, daß der Mensch an der Scholle klebt. Die Gesittung gehört zu den Wirkungen des Bodens, die man vielfach übersieht, weil man entweder hochmüthig nicht hinter die nächste Ursache forschen will, oder demüthig sich mit der allerfernsten begnügt.

Achter Brief.

Pflanzen und Thiere.

„Die Pflanzenfresser genießen ähnliche Nahrung wie „die Fleischfresser; sie genießen beide Eiweißstoff, jene „von Pflanzen, diese von Thieren; der Eiweißstoff ist „aber für beide gleich.“ [68])

Mit diesen einfachen Worten verkündigte Mulder im Jahre 1838 eines der wichtigsten Gesetze, die das neunzehnte Jahrhundert zu Tage gefördert, ein Gesetz, das um so allgemeinere Geltung erlangt hat, je weniger Mulder selbst in die Posaune stieß, um ihm Beifall zu verschaffen.

Seit dem Mulder'schen Gesetze ist die Lehre der Ernährung in einen neuen, in ihren wichtigsten Zeitraum eingetreten.

Durch die Fähigkeit der Pflanzen, aus Kohlensäure, Ammoniak und Wasser, mit Hülfe einiger Salze, Eiweiß, d. h. den Körper zu bereiten, der auf der höchsten Stufe organischer Mischung steht, wird der Luftgürtel,

der unsere Erde umgiebt, immer neu in den Kreis des irdischen Lebens gezogen.

Aus Kohlensäure, Ammoniak und Wasser bilden die Pflanzen Eiweiß, aus Kohlensäure und Wasser Zucker und Stärkmehl, aus Stärkmehl Fett.

Eiweiß, Zucker und Fett sind die wichtigsten organischen Nahrungsstoffe der Thiere. Thiere und Menschen können mittelst der Pflanzen aus Kohlensäure, Ammoniak und Wasser nebst einigen Salzen des Bodens hervorgehen.

In so wesentlicher Weise ist die Luft an der Erschaffung der Erde betheiligt. Indem die Pflanze Kohlensäure und Wasser verwandelt in Zucker und Fett, vermittelt sie die Auferstehung des thierischen Lebens, das, ganz wie der biblische Mythus es lehrt, aus Luft und Erde gezeugt wurde — aber durch die allmächtige Hülfe der Pflanzen.

Allein die Pflanzen schaffen auch die Luft. Die Kohlensäure, die ihren Namen Pflanzenmutter verdient durch den überwiegenden Antheil, den ihr Kohlenstoff an der Bildung des Pflanzenleibes hat, wird im Licht von der Pflanze zerlegt; ihr Sauerstoff wird von der Pflanze ausgehaucht. Aber auch Stickstoff wird in gleicher Weise von den Pflanzen ausgeschieden. Wasserpflanzen, die in Wasser wuchsen, welches keinen Stickstoff enthält, entwickeln dennoch eine bedeutende Menge

dieses Gases auf Kosten ihrer stickstoffhaltigen Bestandtheile.[69])

Sauerstoff und Stickstoff sind jedoch die Hauptgase in dem Gemenge, das wir atmosphärische Luft nennen.

Jener Sauerstoff ist unablässig thätig an der Verbrennung von Pflanzen und Thieren. Es gehört zu den durchaus unbegründeten, nur aus Lust an der Eintheilung entspringenden Behauptungen Liebig's, daß die Einwirkung des Sauerstoffs mit dem Leben der Pflanze „nicht das Geringste gemein habe" [70]). Gerade zur Zeit erhöhten Lebens, beim Keimen des Samens und in der Blüthe, ist eine gesteigerte Aufnahme von Sauerstoff bewiesene Thatsache (Boussingault, de Vriese). Vogel in München hat gezeigt, daß beim Keimen Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasser gebildet werden.[70a])

Manche Pilze und Schwämme nehmen regelmäßig Sauerstoff auf, während sie Kohlensäure aushauchen, wie Liebig selbst in seinen Briefen berichtet.

Unstreitig ist allerdings der Eingriff des Sauerstoffs in das Leben der Thiere viel mächtiger. Das Athmen von Thieren und Menschen ist eine fortwährende Verbrennung. Der Sauerstoff, den wir einathmen, verbrennt das Blut zu Geweben, die Gewebe zu Kohlensäure, Wasser und Harnstoff. Und zwar wird durch Licht diese Verbrennung im Thierkörper befördert, wie in der Pflanze die Zersetzung der Kohlensäure an die Einwir-

kung des Lichts gebunden ist. Ich habe durch zahlreiche Versuche an Fröschen gefunden, daß ein gleiches Gewicht des Körpers dieser Thiere in derselben Zeiteinheit im Licht eine größere Kohlensäuremenge liefert als im Dunkeln.[70 b])

Die Kohlensäure und das Wasser hauchen wir aus. Aber manche Aufgußthierchen sind von dieser allgemeinen Regel für die Thiere in ähnlicher Weise Ausnahmen, wie die erwähnten Pilze unter den Pflanzen, indem sie Kohlensäure aufnehmen und Sauerstoff aushauchen (Wöhler, die beiden Morren).

Wie dem auch sei, ein Eingriff des Sauerstoffs, der sich immer als Verbrennung kundgiebt, herrscht in den weitesten Kreisen bei Pflanzen und Thieren.

Hiermit fällt eine Eintheilung, die in neuerer Zeit wiederholt beliebt zu werden drohte, als wenn man die Pflanzen als stoffbereitende Naturkörper den Thieren als verzehrenden gegenüberstellen könnte.

Soweit der Sauerstoff verzehrend wirkt, erliegen Pflanzen und Thiere, jene wie diese, seinem Einfluß. Und es wäre ein kurzsichtiger Blick, wenn wir im Sauerstoff für das Thier nur eine verzehrende Macht erkennen wollten.

Wenn sich die eiweißartigen Stoffe des Bluts in Gewebe, in Knochen, Knorpel, Muskeln verwandeln, ist so gut eine Aufnahme von Sauerstoff die unerläßliche

Bedingung, wie wenn der Muskel in Kohlensäure, in Wasser und Harnstoff zerfällt. Der Körper des Menschen gedeiht nur im Licht, aus demselben Grunde, aus welchem beleuchtete Frösche mehr Kohlensäure erzeugen als solche, die im Finstern sitzen. In der Finsterniß wird bloß mehr Fett aufgespeichert, welches unter dem Einfluß des Lichts rascher in Kohlensäure und Wasser zerfällt; hieraus erklärt sich die Erfahrung, daß Gänse im Dunkeln leichter gemästet werden. In der Finsterniß kann man fette Gänsebraten, aber nimmermehr kraftvolle Menschen erzielen.

Umbildung und Rückbildung reichen sich die Hand; sie verrathen ihre Verwandtschaft durch das gleiche Verhältniß zum Sauerstoff.

Es wäre deshalb einseitig, wenn man einen allgemeinen, durchgreifenden Unterschied auf den Ausspruch gründen wollte, daß die Pflanzen bereiten, was die Thiere verzehren. Solche schroffe Eintheilungen sind gewöhnlich Ausgeburten einer befangenen Vorstellung zweckmäßiger Natureinrichtung. Die Anschauung der Natur als einer Anstalt, welche den Zweck hat, in Fächer des menschlichen Hirns engetheilt zu werden, und das Uebertragen dieser Zweckbestimmung auf die zur Person herabgewürdigte Natur, welche die Pflanzen schafft, um Nahrung für die Thiere zu bereiten und den Menschen, um für die Pflanzen zu athmen, ruhen auf einer und der=

selben schmalen Grundlage einer kindlichen Schulneigung des Verstandes.

Betrachten wir aber Pflanzen und Thiere in dem großen Haushalt des organischen Lebens, in den immer wechselnden und immer in einander greifenden Beziehungen, die uns gern bereit finden, allem Spiel der Eintheilung zu entsagen, dann kann uns freilich ein großer Gegensatz nicht entgehen, welcher der Pflanze eine niedere Stufe der Thätigkeit zuweist.

Darin liegt der Kern des Pflanzenlebens, daß es Luft und Erde organisirt. Der Leib der Pflanze, so weit er aus festen Stoffen zusammengesetzt ist, besteht großentheils aus Zellstoff, aus einer Verbindung, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff genau in derselben Menge wie das Stärkmehl, nur in anderer Lagerung enthält. Alle jugendlichen Zellwände sind in der Pflanze durch Zellstoff gebildet.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß dieser Zellstoff aus Kohlensäure und Wasser hervorgeht.

Kohlensäure und Wasser sind aber außerordentlich viel reicher an Sauerstoff als Zellsoff, als Stärkmehl und Zucker. Wenn also Zellstoff aus Kohlensäure und Wasser entsteht, dann müssen diese beiden nothwendiger Weise einen bedeutenden Verlust an Sauerstoff erleiden. Schon hieraus begreift sich, warum die Pflanze Sauerstoff austauscht gegen die Kohlensäure, welche sie aufnimmt.

Ausscheidung von Sauerstoff ist der erste Grund des Lebens, des Wachsthums der Pflanze.

Die eigenartige Verbindung von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak zu Zellstoff, Fett und Eiweiß, durch welche die Pflanze den Stoff auf die Stufe organischer Mischung erhebt und zu organisirten Formen entwickelt, ist unzertrennlich mit einer Ausscheidung von Sauerstoff vergesellschaftet.

In diesem Sinne kann man sagen, daß die höhere Entfaltung des Stoffs zu organischem Leben und Verarmung an Sauerstoff gleiche Bedeutung haben.

Ganz anders im Thier. Schon im Blut verbrennt das Eiweiß zu dem von selbst außerhalb des Körpers gerinnenden Faserstoff. Auf derselben Verbrennungsstufe wie dieser steht der Hauptkörper der Muskeln, der von dem Faserstoff des Bluts nur wenig verschieden ist. Eine andere Verbindung von Eiweiß mit Sauerstoff findet sich in der Haut des ungeborenen und des neugeborenen Kindes und verwandelt sich nach und nach in Fasern, die aus derselben leimgebenden Grundlage wie die Knochen bestehen. Wenn man diese Fasern oder Knochen kocht, gewinnt man Tischlerleim.

Entwicklung des Bluts, Fortbildung der Blutbestandtheile zu Geweben sind also an eine Aufnahme von Sauerstoff geknüpft. Denn die Verbrennung ist ja nichts Anderes als eine Verbindung mit Sauerstoff.

Folge dieser Verbrennung, die nur sehr allmälig vor sich geht, erst Hirn und Muskeln bildet, und nach und nach hier weiter führt zur Bildung von Harnstoff, von Kohlensäure und Wasser, ist allerdings ein Zerfallen des Stoffs. Wir sehen die Bestandtheile des Thierkörpers von der Stufe organischer Mischung, welche sie durch das Pflanzenleben erstiegen hatten, zurückkehren zu formloser Luft und chaotischer Erde.

In diesem Sinne, aber auch nur in diesem Sinne, kann man sagen, daß die Pflanzen bereiten, was die Thiere verzehren. Die geringfügigen Umwandlungen, welche das Thier den pflanzlichen Stoffen ertheilt, um seinen Leib daraus zu bauen, ruft andere Eigenschaften der Materie in den Vordergrund. Je mehr ein Körper durch die bloße Organisirung der stofflichen Welt in Anspruch genommen wird, desto geringfügiger ist die Thätigkeit, welche die Bewegung seines Stoffs nach anderen Seiten entfaltet. Die Pflanze denkt nicht.

Wir dürfen es demnach als einen wesentlichen, das innerste Getriebe des Lebens betreffenden Unterschied zwischen Pflanze und Thier bezeichnen, daß jene den Stoff seines Sauerstoffs beraubt, während dieses ihn nach und nach der vollendeten Verbrennung preisgiebt.

So groß ist diese Neigung auf beiden Seiten, daß die kräftigste Entziehung von Sauerstoff, wie sie der Scheidekünstler mit seinen mächtig eingreifenden Hülfs-

mitteln zu Stande bringt, von der Pflanze, die höchsten Vorgänge der Verbrennung von dem Thier vollzogen werden.

In der Pflanze werden salpetersaure Salze des Silbers und Quecksilbers in den sauerstofffreien Zustand des Metalls zurückgeführt (Vogel).

Die Bildung des Salpeters, eines Salzes, das aus Salpetersäure und Kali oder aus Salpetersäure und Natron besteht, ereignet sich in der Natur durch eine Verbrennung von Ammoniak. Wenn Ammoniak sich mit Sauerstoff verbindet, entstehen Salpetersäure und Wasser, um so leichter, wenn die Salpetersäure ein freies Alkali, Kali oder Natron vorfindet, mit dem sie sich zu einem Salze paaren kann. Ein Salz ist eben nichts Anderes, als die Verbindung einer Säure mit einem Alkali, mit einer Basis überhaupt.

Wenn wir eine Verbindung des Ammoniaks mit dem Chlor in das alkalische Blut bringen, dann geht die Bildung von Salpetersäure im menschlichen Körper vor sich. Man findet das Ammoniak im Harn als Salpetersäure wieder. Während der Genuß von weinsaurem Kali den Harn in kurzer Zeit alkalisch macht, bleibt er sauer, wenn wir weinsaures Ammoniak oder kohlensaures Ammoniak genossen haben. Das Ammoniak wird in der Form von Salpetersäure und Wasser mit dem Harn entleert (Bence Jones).[71])

Mit Rücksicht auf jene Sauerstoffausscheidung der Pflanze und die Verbrennung im Thier kann man behaupten, daß die Kraft des Lebens bei der Pflanze durch den Sauerstoff, beim Thier durch die Kohlensäure gemessen wird, die sie in die Luft entwickeln.

Durch den Sauerstoff, den die Pflanze aushaucht, athmet das Thier; von der Kohlensäure, welche das Thier gegen Sauerstoff vertauscht, lebt die Pflanze. Die Reinigung der Luft durch die Pflanzen beruht auf der Entwicklung von Sauerstoff.

Man hat hin und wieder die Besorgniß ausgesprochen, als könnte nach Jahrhunderten, nach Jahrtausenden, eine Zeit hereinbrechen, in welcher die Pflanzenwelt der Erhaltung des thierischen Lebens nicht mehr genügte, weil es nicht mehr Bäume genug geben sollte, deren Blätterkrone die Lüfte reinigt. Die Menge des Sauerstoffs, welche die Pflanzen aus zersetzter Kohlensäure entwickeln, sollte zu klein sein, um das Athmungsbedürfniß des Menschen zu befriedigen. Man stellte sich also vor, die pflanzenfressenden Thiere würden nach und nach die Pflanzenwelt, die Fleischfresser die Pflanzenfresser aufzehren.

Keine Vorstellung erliegt rascher einer besonnenen Ueberlegung. Es ist eine der wichtigsten Folgerungen der Wägungen des Scheidekünstlers, daß kein Stofftheilchen verloren gehen kann, das innerhalb des Kreises

der Anziehung unserer Erde gegeben ist. Die Menge des Stickstoffs, Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs, des Schwefels und Phosphors, welche die organischen Stoffe der lebenden Naturkörper zusammensetzen, ist keinem Schwanken unterworfen. Nur die Vertheilung wechselt. Das Fortleben eines neugeborenen Thiers, eines Säuglings, ist nicht denkbar, ohne daß es eine andauernde Ernährungsquelle der Pflanzen darstellt, durch die Kohlensäure, die von beiden ausgeathmet wird.

Die Verschiedenheit der Thier- und Pflanzenarten äußert sich weit weniger durch die Mengen des Stickstoffs, des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, des Sauerstoffs, Schwefels und Phosphors, die in den Einzelwesen der Arten vorkommen, als durch die verschiedenen Verhältnißzahlen, nach welchen jene Grundstoffe mit einander verbunden sind. Aber diese Verhältnißzahlen setzen als letzten Grund gewisse anorganische Stoffe voraus, Kochsalz, Bergkrystall, Knochenerde, die bald durch ihr einfaches Vorhandensein, bald durch ihre Menge die eigenthümlichen Verbindungen der organischen Körper bedingen.

Kochsalz, Bergkrystall, Knochenerde, und wie sie sonst heißen mögen, die anorganischen Stoffe, welche in das Leben von Pflanzen und Thieren artbedingend eingehen, sind nicht nur in mächtigen Schichten in der Erdrinde angehäuft, sie sind auch in reichen Vorrathskammern über der Erde aufgespeichert. Diese Vorrathskammern

sind die Leiber von Pflanzen und Thieren; sie sind unerschöpflich, weil die Formen von Thier und Pflanze zerbrechlich sind.

Wir verbrennen einen Fichtenwald, und sehen an derselben Stelle später ein Kornfeld blühen. Unter Beihülfe der Asche der verbrannten Heidekräuter verwandeln wir Heide nach und nach in Ackerland. Das Kali, der Kalk, die Bittererde, die Phosphorsäure, welche in den Fichten und Heidekräutern vorhanden waren, bestimmen die Kohlensäure und das Ammoniak der Luft, den niederfallenden Regen zu neuen Verbindungen, sie paaren sich mit diesen zur Grundlage des Leibes von Nährpflanzen.

Der Kalk, die Bittererde, das Kali, die Phosphorsäure und Schwefelsäure, die in jenen Pflanzen oder in Steinarten vorhanden sind und die Entstehung nützlicher Gewächse veranlassen, finden sich in überwältigender Menge angehäuft in den Urwäldern Amerikas. Indem man diese lichtet, indem man ihren Kalk, ihr Kali, ihre Phosphorsäure über den Erdboden zerstreut, werden unsere Nährpflanzen und Hausthiere neue Werkzeuge gewinnen, um Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zu ihren organischen Verbindungen zu vereinigen. So werden die Urwälder Amerikas nach und nach in Feldfrüchte, in Hausthiere und neue Menschen umgesetzt. Und jeder Tag begrüßt die Welt als neu gebildet, ihre Stoffe

in neuer Vertheilung, so weit, daß es nur Neues, ewig Neues unter der Sonne giebt.

Nie aber kann der Mensch die Thiere, das Thier die Pflanzen bis dahin verzehren, daß es an grünen Blättern fehlen könnte, die Luft zu reinigen. Während des Lebens und nach dem Tode verwandeln sich Mensch und Thier in Stoffe, die nur Pflanzen Nahrung bieten können. Die Pflanzen allein können aus diesen Nahrungsstoffen die Verbindungen bereiten, aus welchen der Leib von Menschen und Thieren sich aufbaut.

Erst neuerdings hat ein genauer und gründlicher Forscher die Schwankungen beobachtet, welche die Luft in Neu-Granada in Folge der alljährlichen großen Waldbrände erleidet, die bei den Eingeborenen las quemas heißen. Die Menge der Kohlensäure der Luft kann durch diese Feuersbrünste sich um das Zehnfache steigern, und der Sauerstoff erleidet eine entsprechende Verminderung. Der Zellstoff und die Holzstoffe des Waldes haben ihren Kohlenstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft in Kohlensäure verwandelt. Diese Kohlensäure gereicht dem Korn und den Erbsen zur Nahrung.[72])

Ohne Kohlensäure ist üppiges Wachsthum der Pflanze nicht möglich. Das Athmen der Thiere erfordert den Sauerstoff der Luft. Aber der Sauerstoffgehalt der Luft kann wechseln; es kann namentlich der Stickstoff des Dampfkreises, der die Erde umgiebt, durch Wasserstoff

ersetzt, die Menge der Kohlensäure bedeutend vermehrt werden, ohne daß Athemnoth eintritt, so lange noch Sauerstoff genug vorhanden ist (Regnault und Reiset). Ebenso können Pflanzen in einer Luft, die nur aus Wasserstoff oder Stickstoff besteht, Wochen lang verweilen, ohne Schaden zu nehmen (De Saussure, J. H. und C. Gladstone).[73] Das Verhältniß der Gase der Luft könnte also ziemlich beträchtliche Schwankungen erleiden, ohne dem Leben von Pflanzen und Thieren gefährlich zu werden. Allein durch den Gegensatz dieser beiden sind die Schranken, in denen der Wechsel möglich ist, verhältnißmäßig eng gezogen. Die jetzige Weltordnung besteht nur durch den jetzigen Dampfkreis.

So bedeutungsvoll nun auch die sauerstoffraubende Kraft die Pflanze dem in immerwährender Verbrennung begriffenen Thier entgegensetzt, so wenig ist dieser Gegensatz ausschließlich, das heißt demnach, so wenig kann er eine Eintheilung begründen.

Wir haben bereits gesehen, daß die Pflanze der Verbrennung nicht entgeht. Nachts nehmen die Pflanzen statt Kohlensäure Sauerstoff auf, sie hauchen Kohlensäure aus. Keimen und Blühen sind durch eine Verbrennung ausgezeichnet. Die Umkehr des gewöhnlichen Vorgangs, das Merkmal des nächtlichen Pflanzenlebens, beginnt bereits im Schatten, in der Dämmerung, an trüben

Tagen (Garreau). Sie ist nach Ch. Morren ebenso bei einer Sonnenfinsterniß vorhanden.[74])

Das Seitenbild im Thierreich fehlt uns nicht, und es ist mindestens ebenso wichtig.

Als Liebig's glänzendste That für die Lehre vom Stoffwechsel ist es mir immer erschienen, daß er die Fettbildung im Thierkörper kennen lehrte. Eine Kuh, die Milch und Butter liefert, erhält in ihrer Nahrung nur so viel Fett, als sie mit dem Koth verausgabt. Sie verdankt das Fett ihrer Butter dem Zellstoff, dem Stärkmehl des Futters. Aus Zellstoff kann im Körper der Pflanzenfresser Stärkmehl, aus Stärkmehl Zucker werden. Auch der Mensch verwandelt Stärkmehl in Zucker, Zucker in Milchsäure, Milchsäure in Buttersäure. Damit ist die Fettbildung eingeleitet, dem Namen Fettbildner für Stärkmehl und Zucker sein Recht gesprochen.

Das Mulder'sche Gesetz der Bereitung von Eiweiß in Pflanzen und das Liebig'sche Gesetz der Fettbildung sind zwei Errungenschaften, die allein schon im Stande sind, dem Jahrhundert einen würdevollen Platz in der Geschichte der Naturforschung zu sichern. Durch jene Gesetze sind Mulder und Liebig die ersten Begründer einer Lehre vom Stoffwechsel, die dem Stoff auf allen Entwicklungsstufen, auf allen Bahnen des großartigen Kreislaufs folgt.

Nur glaube man nicht, daß der Pflanze die Fähig-

keit, Fett zu bilden, abgeht. In den öligen Samen verwandelt sich jedenfalls Stärkmehl in Fett, und es ist nicht unmöglich, daß die Pflanze das Fett auch aus Kohlensäure und Wasser bereitet.

Fettbildung im Thierkörper, sie ist das Seitenstück zu der Verbrennung im Pflanzenleib. Diese Fettbildung beruht durchaus auf einer Verarmung an Sauerstoff.

In Stärkmehl und Zucker, die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen, sind die beiden letztgenannten Grundstoffe in demselben Verhältniß wie im Wasser zugegen. Alle Fette enthalten dagegen weit weniger Sauerstoff. So wie die Entwicklung des Zuckers im Thier über die Stufe der Milchsäure hinaus bis zur Buttersäure fortschreitet, verliert die ursprüngliche Verbindung die Hälfte der Sauerstoffmenge, die sie noch als Milchsäure besaß.

Durch die Fettbildung ragt die wichtigste Eigenthümlichkeit des pflanzlichen Stoffwechsels in das Thierleben herein. Und umgekehrt, wenn im thierischen oder im menschlichen Körper die Fettbildung vorherrscht, sinkt er zur Stufe der Pflanze hinab. Bei Kindern, die von der Geburt an mit Fettsucht behaftet sind, ist mangelhafte Entwicklung des Verstandes als Regel vorhanden (Chambert).[75])

Vegetiren heißt Grundstoffe zu organisationsfähigen Körpern verbinden. Das geschieht mittelst einer Ver-

armung an Sauerstoff. Fettbildung ist das letzte Glied in diesem Vorgang.

Durch organisirte Verbindungen und deren Verbrennung Empfindung, Bewegung, Gedanken äußern, in den unzähligsten Abstufungen bis zum spurlosen Verschwinden des Gedächtnisses, heißt Thier sein.

Wir denken in Folge des Vegetirens der Pflanze.

Neunter Brief.

Ernährung und Athmung.

Einer der sonderbarsten Mißgriffe, zu denen eine oft als genial gepriesene Eintheilung Liebig's Veranlassung gegeben hat, ist der Gegensatz der Ernährung zur Athmung.

Liebig hat die Nahrungsstoffe eingetheilt in Nährstoffe und Athemmittel.

Nährstoffe sind nach dieser Auffassung die eiweißartigen Körper. Sie haben unmittelbaren Antheil an der Bildung der Gewebe. Liebig nennt sie auch Baustoffe des Leibes.

Eine ganz andere Rolle wäre dem Fett und den Fettbildnern, d. h. dem Stärkmehl, dem Zucker zuertheilt. Sie verbinden sich im Blut mit dem eingeathmeten Sauerstoff, sie sind die eigentlichen Brennstoffe des Körpers. Indem sie durch ihre Verbrennung den Sauerstoff fesseln, sind sie Athemmittel. Liebig betrachtet den Sauerstoff als eine feindliche Macht, gegen welche der Körper zu kämpfen hat. Dieser thut es in leidender Weise, indem

er das Fett dem Sauerstoff preisgiebt. Das Fett ist Futter für den Sauerstoff. „Der Sauerstoff trifft eine „Auswahl unter den Stoffen, die sich zu einer Verbin„dung mit ihm eignen"[76]. „Das Stärkmehl, der „Zucker, das Fett, sie dienen zum Schutze der Organe."[77]

Das ist der Kern dieser Auffassung. Die eiweißartigen Körper dienen zum Aufbau, Fett und Fettbildner fallen der Zerstörung anheim.

Solchen Anschauungen gegenüber ist jede Schonung, jede Vermittlung des Urtheils eine Sünde. Jene Anschauung ist durch und durch verkehrt, sie ist falsch in ihrer Grundlage, falsch in allen Ableitungen und Anwendungen.

Die Eintheilung der Nahrungsstoffe in Nährstoffe und Athemmittel ist auf einen Gegensatz gegründet, den man nur aus einer gänzlich einseitigen Betrachtung des Athmungsvorgangs schöpfen konnte. Sie ist ein Ausfluß jener engherzigen Zweckmäßigkeitsvorstellungen, die schon Spinoza bekämpft, die Georg Forster mit fruchtbarster Klarheit überwunden hatte, und in denen dennoch die große Mehrzahl der heutigen Naturforscher befangen ist, nur allzu oft ohne es selbst zu ahnen. Die Vorspiegelung eines Zwecks macht immer einseitig; denn wer ein Ziel erjagen will, läßt alles liegen, was von seinem Augenmerk abschweift.

Ich sagte es schon, Liebig sieht in der Wirkung

des Sauerstoffs einen feindlichen Eingriff, eine Gewalt der Zerstörung des Körpers. Der Sauerstoff hat nur den Zweck der Verbrennung, und weil Verbrennung Wärme erzeugt, den Zweck der Wärmebildung im Körper. Liebig sagt es mit so viel Worten: „Die Natur hat „die stickstofffreien Nahrungsmittel zur Unterhaltung der „Wärmequelle im Thierkörper bestimmt und alle Nahrung „finden wir aufs Weiseste für diesen Zweck gemischt.“ [78])

Verbrennen und Wärmequelle sind nach Liebig Selbstzweck, und alles, was diesen Zweck erfüllt, ist Athemmittel, Thran und Alkohol, Butter und Stärkmehl. Alle Verbindungen, die Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten und dabei noch viel Sauerstoff aufnehmen müssen, um in Kohlensäure und Wasser zu zerfallen, sind geeignete Brennstoffe, die das Athmen unterhalten.

Diese Zweckbestimmung ist einseitig, ich betone es, sie ist einseitig durch und durch.

In der Aufnahme des Sauerstoffs ist die Ursache einer Veränderung gegeben, deren Bedeutung noch viel zu wenig ins Auge gefaßt worden und die uns doch allein den Vorgang der Ernährung aus dem stofflichen Gesichtspunkt erklärt.

Die Entwicklung der Stoffe, die für die Gewebebildung am wichtigsten sind, ist durch eine langsame Verbrennung bedingt.

Schon im Blut bereichert sich das Eiweiß mit Sauerstoff. Der Körper, welcher durch seine Gerinnung an der Luft die farbigen Blutkörperchen einschließt und dadurch in dem aus der Ader geflossenen Blut den Kuchen bildet, ist nichts Anderes als eine höhere Verbrennungsstufe des Eiweißes. Man nennt ihn Faserstoff, weil er aus Blut, das mit einer Ruthe kräftigst gepeitscht wird, in Fasern gerinnt.

Dem Eiweiß des Bluts verdankt das Fleisch seine Fasern. Der Stoff dieser Fasern ist wie der von selbst gerinnende Körper des Bluts durch einen höheren Sauerstoffgehalt vor dem Eiweiß ausgezeichnet. Durch Aufnahme von Sauerstoff, durch eine langsame Verbrennung des Eiweißes des Bluts ist das Dasein der Muskeln gegeben. Entwicklung des Muskelfleisches ist eine Folge des Athmens, eine Folge, die ihren Grund als nothwendig voraussetzt.

Käsestoff ist ein Bestandtheil des Bluts, der Wände der Blutgefäße, des Bindegewebes unter der Haut und des Nackenbandes. Der Käsestoff ist im Blut vorhanden, auch ohne vorherigen Milchgenuß und ohne vorhandene Milchbereitung.

Der Käsestoff gehört zu den eiweißartigen Körpern. Er unterscheidet sich vom Eiweiß, indem er keinen Phosphor und weniger Schwefel als dieses enthält. Wenn Käsestoff aus Eiweiß hervorgeht, dann muß dieses seinen

Phosphor und einen Theil seines Schwefels verlieren. Der Verlust wird durch den Sauerstoff bewirkt. Phosphor und Schwefel verbrennen zu Phosphorsäure und Schwefelsäure, die sich mit dem Natron des doppeltkohlensauren Natrons im Blut zu phosphorsauren und schwefelsauren Salzen verbinden.

Verwandlung von Eiweiß in Käsestoff ist eine langsame Verbrennung. Die Entstehung der Gefäßwand, des Bindegewebes unter der Haut und des Nackenbandes ist durch das Athmen bedingt.

In der Haut des neugeborenen Kindes ist eine höhere Verbrennungsstufe des Eiweißes der wesentlichste Bestandtheil. Ohne den Sauerstoff, den das Athmen der Mutter dem Blut des Kindes zuführt, wäre die Haut der Frucht im Mutterleibe nicht möglich.

Die Grundlage der Knochen und der Fasern, welche, zu Bündeln vereinigt, alle Theile des Körpers mit einander verbinden, die Grundlage der Knochen und des Bindegewebes, die beim Kochen Leim giebt, verdankt ihre Entwicklung nur einer reichlichen Mischung des Blutes mit Sauerstoff. Leim und leimgebende Gewebe stehen auf einer hohen Verbrennungsstufe des Eiweißes.[78 *])

Muskeln und Bänder, Knochen und Gefäße, Haare und Knorpel, sie alle bestehen nur durch die Verbrennung, durch das Athmen. Und das Hirn hört auf zu denken, wenn ihm das Blut keinen Sauerstoff zuführt.

So weit also liegt es ab, daß Stärkmehl, Fett und Zucker die Werkzeuge des thierischen Körpers vor dem Eingriff des Sauerstoffs schützen sollten, daß diese Werkzeuge vielmehr nur sind durch die allerunmittelbarste Einwirkung des Sauerstoffs. Man hat es so wörtlich wie nur immer möglich zu verstehen, daß das Athmen Muskeln und Knochen, Herz und Haut aus dem Blute bildet, entwickelt.

Entwicklung von Haut und Knochen, von Muskeln und Bändern, kurz der festen Gewebe, der Formbestandtheile in den Werkzeugen des Körpers, das ist der Vorgang, den der Naturforscher als Ernährung bezeichnet.

Es besteht so wenig ein Gegensatz zwischen Ernährung und Athmung, daß die Ernährung vielmehr einzig und allein durch die Hülfe des Athmens Bestand hat.

Und daher ist es widersinnig in der Grundlage, wenn man von Nahrungsstoffen spricht, welche die Aufgabe hätten, den Sauerstoff abzuleiten vom Eiweiß, von Athemmitteln, die durch Aufnahme von Sauerstoff die Bestimmung erfüllten, die Werkzeuge vor der verzehrenden Kraft dieses Grundstoffs zu schützen.

Aber die Eintheilung ist nicht minder verkehrt, wenn man ihr in der Anwendung folgen will. Berechtigt ist jede Eintheilung nur dann, wenn sie erschöpft und ausschließt. Es ist nur dann Grund vorhanden, die Nahrungsstoffe zu spalten in Baustoffe und Athemmittel,

wenn kein Athemmittel zugleich ein Baustoff, und kein Baustoff in jenem Sinn ein Athemmittel ist.

Liebig nennt nur „die stickstoff- und schwefelhaltigen „Bestandtheile der Nahrung Formbildner und Kraft„erzeuger" des Körpers [79]). Nur die Eiweißkörper seien die Baustoffe des Leibes. Von Wasser und Fett sollen nur „viele physikalische Eigenschaften der Organe ab„hängig" sein, Wasser und Fett seien „nur mechanisch „aufgesaugt, wie in einem Schwamm". „Sie besitzen „niemals eine ihnen eigene organische Form" [80]). „Sie „besitzen keine vitalen Eigenschaften." [81])

Auch nicht eine einzige von allen diesen Bestimmungen bedingt einen ausschließlichen Gegensatz zu den eiweißartigen Stoffen. Das Gewebe, welches unter allen den höchsten Rang im Körper einnimmt, der Hauptträger der Eigenschaften des Stoffs, welche den Zustand des Lebens bedingen, das Gewebe von Hirn und Nerven kann ohne Fett nicht bestehen. Weder Nervenfasern, noch Nervenzellen können ohne Fett ihre eigenthümliche Form und ihre sonstigen auszeichnenden Merkmale behaupten. Nicht Eiweiß allein, nicht Fett allein, die in dem Mark der Nervenfaser gegeben sind, nicht die eigenthümliche Mischung von leimgebendem und federkräftigem Stoff, welche die Scheide der Faser bildet, nicht die überraschende Menge von phosphorsauren Salzen, welche in die Zusammensetzung des Hirns eingeht, giebt der Nerven-

faser ihre Form. Nur alle jene Stoffe vereinigt sind im Stande, die Form von Nervenfasern und Nervenzellen anzunehmen.

Schon die farblosen Körperchen im Blut verdanken ihre Entwicklung dem Fett, das die Nahrung in den Kreislauf bringt. Die erste Zelle, die sich im Körper bildet, deren Entstehung den Ausgangspunkt darstellt für alle Organisation, ist ohne Anwesenheit einer reichlichen Menge von Fett nicht denkbar.

Die Dotterkugeln im Ei, die Milchkörperchen, die Fettzellen bestehen hauptsächlich aus Fett. Die ersten festen Körnchen, die sich aus der Keimflüssigkeit absondern, sich zu Körnern vereinigen und die Zellenbildung einleiten, sie bestehen aus Fett, das eine zarte Eiweißhülle umkleidet. In den Körperchen der Milch ist das Fett so vorherrschend, das Käsestoffhäutchen, von welchem das Fett umschlossen wird, so außerordentlich dünn, daß man mit gleichem Recht das Fett, wie den Käsestoff, als den Formenbildner ansprechen dürfte.

Es ist kein Wunder, wenn Liebig selbst es ausspricht: „Das Fett nimmt Antheil an der Bildung der Zellen“[82]. Nur sollte er folgerecht zugeben, daß eben deshalb das Fett auch ein Baustoff ist, so gut wie das Eiweiß und so wesentlich, daß sich von den meisten Geweben nicht sicher entscheiden läßt, ob Fett oder stickstoffhaltige Körper den ersten Grund zu ihrer Entwicklung legten.

Und nun erst die Salze, die so wenig Stickstoff enthalten wie das Fett! Als wenn der Knochen sein könnte ohne Knochenerde, der Knorpel ohne Kochsalz. Jedes Werkzeug des Thierkörpers ist nicht minder abhängig von seinen salzigen und erdigen Theilen als von Eiweiß und Fett. Phosphorsaurer Kalk ist ein Knochenbildner, so unentbehrlich, wie die organische Grundlage, die sich beim Kochen in Knochenleim verwandelt.

In dem Samen kommen sehr kleine, nur bei starker Vergrößerung erkennbare Formbestandtheile vor, die einem breiteren kurzen Kopf, einem schmäleren, langen, zugespitzten Schwanze und den höchst merkwürdigen Bewegungen, die sie vollführen, den ungeeigneten Namen Samenthierchen verdanken. Man kann diese Körperchen behutsam verbrennen, ohne ihre Form zu zerstören (Valentin). Die anorganischen Stoffe zeigen das ursprüngliche Bild unabhängig von dem stickstoffhaltigen Körper, den die Verbrennung zerstörte.

Freilich ist dieses Bild nicht die ganze Form, so wenig wie der Faserstoff der Muskeln die ganze Muskelfaser, oder Eiweiß die Nervenzelle, oder Horn die Hornzelle bildet. Und deshalb hat Liebig gar keinen Unterschied bezeichnet zwischen Fett und Eiweiß oder eiweißähnlichen Stoffen, wenn er vom Fett behauptet, daß es niemals eine eigene organische Form besitzt.

Fett macht das Knochenmark leicht, Wasser das

Blut beweglich, Knochenerde den elfenbeinernen Theil der Knochen schwer, den Zahnschmelz hart, Faserstoff die Muskelfaser verkürzbar, der stickstoffhaltige Stoff des Nackenbandes ertheilt demselben die Federkraft. Jeder Stoff des Körpers, jeder Formbestandtheil, jedes Werkzeug hat seine eigenthümlichen physikalischen Merkmale. Wo liegt denn der Unterschied, wenn Liebig sagt, daß von Wasser und Fett „viele physikalische Eigenschaften „der Gewebe abhängig sind“? Oder ist das Eiweiß des Nahrungssaftes in der Leber, in den Nieren z. B. in anderer Weise „mechanisch aufgesaugt“, als ein Theil des Fetts im Zellgewebe unter der Haut?

Aber die stickstoffhaltigen Bestandtheile der Organe, sagt Liebig, haben „vitale Eigenschaften“. Wenn das Wort irgend eine Bedeutung haben soll, so kann es nur die sein, daß die einzelnen Werkzeuge die Eigenschaften, welche der Stoff im Zustand des Lebens in denselben entfaltet, den eiweißartigen Körpern oder deren stickstoffhaltigen Abkömmlingen verdanken. Zu diesen Eigenschaften gehört gewiß in erster Reihe das Empfindungsvermögen der Nerven. Da aber die Nervenfaser keinen Bestand hat ohne Fett, so möchte ich wissen, worin es begründet wäre, daß Hirn und Nerven die sogenannte „vitale Eigenschaft“ nur vermöge des Eiweißes und nicht auch vermittelst des Fetts besäßen.

Wir finden endlich unter den Wahrscheinlichkeitsgrün-

den, mit welchen Liebig die Annahme von Baustoffen im Gegensatz zu den Athemmitteln stützt, die Behauptung, daß sich die nicht stickstoffhaltigen Bestandtheile den Werkzeugen unseres Körpers „durch Auflösungs„mittel entziehen lassen, ohne daß die Structur dieser „organischen Theile im Mindesten geändert wird.“[83])

Auf der einen Seite aber läßt sich Eiweiß aus dem Muskelfleisch durch Wasser, die eine Hülle der Fettzellen durch Essigsäure, ein Theil des Hornstoffs der Oberhautzellen durch Kali lösen, ohne daß die organische Form dieser Gebilde zu Grunde geht. Andererseits kann man das Kochsalz aus den Knorpeln selbst durch warmes Wasser nicht auswaschen[84]), und die Formen der Blutkörperchen werden unregelmäßig, wenn man durch Aether ihr Fett entfernt.[85])

Es ist ein zwingender Schluß, daß die anorganischen Bestandtheile, die Fettbildner und Fette der Nahrung ganz mit demselben Recht als Nährstoffe, als Baustoffe des Körpers bezeichnet werden wie Eiweiß und die leimgebenden Grundlagen von Knochen und Knorpeln.

Sehen wir zu, ob die andere Gruppe nach Liebig's Eintheilung besser Stich hält, als die der eiweißartigen Stoffe, ob nur das Fett und die Fettbildner „zur Respi„ration dienen“, ob „der Sauerstoff in dem Respira„tionsprozeß eine Auswahl trifft.“[86])

Ich habe eigentlich die Frage im Eingang dieses

Briefes bereits beantwortet, als ich nachwies, daß der von Liebig verfochtene Gegensatz zwischen Ernährung und Athmung keine Geltung hat.

Und dennoch sagt Liebig: „Wäre das Eiweiß für „sich zerstörbar oder veränderlich durch den eingeath„meten Sauerstoff, in dem Kreislauf des Blutes, so „würde der verhältnißmäßig kleine Antheil, welcher täg„lich den Blutgefäßen durch die Verdauungsorgane zu„geführt wird, sehr rasch verschwinden, die geringste „Störung in der Funktion der letzteren würde dem Leben „eine Grenze setzen müssen.“ [87])

Sie würde nicht bloß, sie thut es. So groß ist die Menge des Eiweißes, die wir dem Körper täglich zuführen, immerhin, daß sie den Harnstoff deckt, den wir ausleeren. Der Sauerstoff, den wir einathmen, führt das Eiweiß des Bluts nach und nach auf immer höhere Verbrennungsstufen. Schon im Blut entstehen Faserstoff und Mulder's höhere Oxyde des Eiweißes. Aber der Sauerstoff dringt auch durch die Wand der Haargefäße in die Gewebe und verwandelt Eiweiß in leimgebenden und federkräftigen Stoff, die Gewebebildner in Fleischstoff*), in Harnsäure, in Harnstoff und Kohlensäure. Und vierzehn Tage reichen hin, um den hungernden Körper, dem gar kein Ersatz geboten wird, durch jene Verbrennung so

---

*) Kreatin.

weit an Eiweiß verarmen zu lassen, daß Erschöpfungstod die unabwendbare Folge ist.

Darum muß Liebig selbst es zugeben: „Bei Hungernden verschwindet nicht allein das Fett, sondern „nach und nach alle der Löslichkeit fähigen festen Stoffe. „In dem völlig abgezehrten Körper der Verhungerten „sind die Muskeln dünn und mürbe, der Contractilität „beraubt.“ [88])

Also ist nicht bloß Fett ein Athemmittel, sondern ebenso das Eiweiß, das zu Faserstoff verbrennt, der Schwefel des Eiweißes, der sich mit Sauerstoff zu Schwefelsäure verbindet, wenn sich Eiweiß in Käsestoff oder in leimgebende Körper verwandelt. Der Leim ist ein Athemmittel, wenn ihn der Sauerstoff zu Harnsäure verbrennt. Und die Harnsäure ist ein Athemmittel, wenn sie zuletzt durch Aufnahme von Sauerstoff in Harnstoff und Kohlensäure zerfällt.

Eiweiß und Leim sind stickstoffhaltig. Also haben auch die stickstoffhaltigen Körper der Nahrung Anspruch darauf, Athemmittel zu heißen.

„Athemmittel?“ nein, und abermals nein. Der Name ist widersinnig. Denn der Mensch ißt nichts, damit er es verathme, er lebt nicht, um zu verbrennen.

Das Wesen der Athmung ist allerdings Aufnahme des Sauerstoffs. Diese Aufnahme des Sauerstoffs ist eine Macht der Entwicklung und erst nachher in immer fort-

schreitender Entfaltung ein Hebel des Zerfallens. Denn alle Entwicklung endigt mit der Auflösung. Das ist der Kreislauf des Stoffs.

Jene Entwicklung bedingt die Gewebebildung, die Ernährung. Wenn aber alle Nahrungsstoffe Baustoffe sind und alle organische Nahrung im Körper fortwährender Verbrennung unterliegt, dann kann ich nicht Eiweiß und Fett als Nährstoff und Athemmittel von einander trennen.

Thut es denn Liebig?

Im Lehrsatz ja, im Leben nicht.

Liebig nennt das Fleisch, das aus stickstoffhaltigen Stoffen besteht, wiederholt ein Athemmittel, nur ein sehr unvollkommenes[89]). Er sagt, daß „die verbrennlichen „Elemente (der stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe) bei weitem nicht hinreichen, um den in das Blut übergegangenen Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln.“[90])

Weil sie nicht hinreichen, thun sie es darum nicht? Oder kann es Liebig entgangen sein, daß Faserstoff feuchten Sauerstoff aufnimmt und Kohlensäure abgiebt, wie Scherer und Mulder gelehrt haben?

Wahrlich, bei einem Manne, der minder als Liebig das Recht hätte sich zu fühlen, würde man glauben, daß er die Unrichtigkeit seiner Eintheilung verschanzen wollte hinter halben Widerrufungen und Widersprüchen, wenn

man sieht, daß Liebig sogar den Athemwerth des Fleisches berechnet[91]). Liebig hat dadurch selbst gegen seine Eintheilung gerechte Einsprache erhoben, beherrscht durch die unausweichliche Gewalt der vollendeten Thatsache. Wenn er dennoch an der Eintheilung festhält, so ist dies ein Fehler, der um so entschiedener Bekämpfung verdient, je größer die Zahl der Schriftsteller ist, die sich blenden ließen durch die vermeintliche Genialität jener Anschauung. Leider ist es bei Weitem nicht so anerkannt als Gesetz des Lebens, wie es als Gemeinplatz feststeht: das Verkehrte ist nie und nimmermehr genial.

Zehnter Brief.

Entwicklung der Nahrung im Thierkörper.

Obgleich das Leben eine Kreislinie darstellt, die sich in ununterbrochenem Fortschritt verfolgen läßt, gleichviel, von welchem Punkte man seine betrachtende Wanderung beginnt, so ist doch der Stoff, aus dem sich der Körper aufbaut, als der wichtigste Vermittler seiner Beziehungen zur Außenwelt, der natürlichste Ausgangspunkt, der uns zugleich für die Entwicklungsgeschichte am meisten verspricht.

Diese Entwicklungsgeschichte liegt ganz in den Bewegungen des Stoffs, den die Nahrung dem Körper zuführt. Aus der Eigenthümlichkeit der stofflichen Mischung erklären sich die Formen der Gewebe. Der Form und Mischung entsprechen alle anderen Eigenschaften.

Will man die Nahrung eintheilen nach dem obersten Gesichtspunkt, nach welchem sie den Urstoff bildet, aus dem immer erneut der Körper hervorgeht, so kann nur

die Entwicklungsgeschichte den Grund der Eintheilung abgeben. Wer sich bemüht, die Zwecke der Nahrung zu errathen, der wählt den entgegengesetzten Weg und setzt sich derselben Gefahr aus, an welcher Liebig's Annahme von Nährstoffen und Athemmitteln gescheitert ist. Die Ahnung der Zweckmäßigkeit könnte nur durch Offenbarung gelingen; ruhige Beobachtung der Entwicklung führt sicher zum Ziel.

Aus der Nahrung wird Blut, aus Blut werden Gewebe, Muskeln, Knochen, Knorpel, Hirn und Nerven, kurz alle festen Theile des Körpers.

Die Entwicklung der Nahrung ist also Blutbildung. Blut besteht aus Eiweiß und Zucker, aus Fett und Salzen. Zucker ist aber ein Körper, der sich in Fett verwandeln kann, er ist ein Fettbildner.

Hiernach ergiebt sich die Eintheilung der Nahrungsstoffe von selbst. Die Nahrungsstoffe zerfallen in eiweißartige Körper, in Fettbildner, Fette und Salze.

Zu einem vollkommenen Nahrungsmittel gehören Eiweiß, Zucker, Fett und Salze.

Jeder von diesen Stoffen hat die Bedeutung eines Baustoffs des Leibes, eines Nährstoffs. Eiweiß verbindet sich im Blute mit Sauerstoff so gut wie Zucker und Fett. Wäre die Athmung Selbstzweck, so hätten alle drei ein gleiches Anrecht auf den Namen Athemmittel.

Allein der Sauerstoff, den wir einathmen, ist gleichsam

selbst ein Nahrungsstoff. Indem er sich mit den Nahrungsstoffen, die der Magen aufnahm, verbindet, vollendet er die Blutbildung und die Entwicklung der Gewebe.

Blut und Gewebe sind die vollendetsten Entwicklungsstufen, welche die Nahrung im Verein mit dem Sauerstoff ersteigt. Sie gehen aus der vereinigten Wirkung der Verdauung und Athmung hervor.

Es ist eine Erleichterung des Ueberblicks, wenn man die Nahrung nur mit dem Blut und nicht zugleich mit den Geweben vergleicht. Denn Blut ist die Mutterflüssigkeit aller festen Theile des Körpers.

Die Nahrungsstoffe aufzulösen und, wenn sie nicht mit den Stoffen des Bluts übereinstimmen, in Blutbestandtheile zu verwandeln, das ist der ganze Umfang der Verdauung.

Wenn wir Kartoffeln oder Brod genießen, so nehmen wir Kartoffelstärke oder Stärkmehl auf, einen in Wasser unlöslichen Stoff, der im Blut nicht vorkommt. Speichel und Bauchspeichel verwandeln das unlösliche Stärkmehl in löslichen Zucker, Galle, Bauchspeichel und Darmsaft verwandeln den Zucker in Fett. Zucker und Fett sind Bestandtheile des Bluts. Die Verdauung hat das Stärkmehl in lösliche Blutstoffe verwandelt.

Darum ist Stärkmehl ein Blutbildner so gut wie das Eiweiß. Und es ist eine höchst einseitige Auffassung der Verdauung, wenn Liebig sie bezeichnet „als eine

„fortschreitende Entziehung von Stickstoff, welche die „Nahrung bei ihrem Durchgang durch die Eingeweide „erfährt"[92]). Dieser Ausdruck ist eine andere Umschreibung des Irrthums, daß nur die eiweißartigen Körper als Nährstoffe zu betrachten seien.

In einer älteren Zeit bestand die ganze Weisheit der Wissenschaft des Lebens in Worten wie Speisebrei, Speisesaft, Verähnlichung. Man beschrieb nur die äußeren Veränderungen, welche die Nahrungsmittel im Magen und Darm erleiden. Im Magen sah man die Nahrung mit Speichel und Magensaft gemischt zu einem Brei, der sich immer mehr verflüssigte zu Speisesaft, um sich allmälig dem Blut zu verähnlichen.

Alles dies geschah durch eine geheimnißvolle Kraft, die keinen Stoff als Träger brauchte.

Es ist einer der größten Fortschritte des Jahrhunderts, daß wir solchen Ausdrücken gar keinen Werth mehr beilegen. Wir haben die Verdauung kennen gelernt als eine chemische Umwandlung des Stoffs, der wir Schritt vor Schritt zu folgen trachten. Das ist nicht bloße Erweiterung der Gelehrsamkeit, es handelt sich bei der Erkenntniß der chemischen Umsetzung von Speisen und Getränken nicht etwa bloß um gelehrte Beschreibung einzelner Eigenschaften und Zustände, es handelt sich um die Einsicht in den wichtigen Satz, daß das Blut rein stofflichen Ursprungs ist. Wir stützen unsere Verehrung

für den rothen Lebenssaft nicht mehr auf die leere Annahme von Lebensgeistern und Zauberkräften, die den Körper in Thätigkeit halten, sondern auf die Thatsache, daß das Blut eine hohe Entwicklungsstufe der Nahrung darstellt, die sich selbst weiter zu Geweben entfaltet.

Durch diese Einsicht ist die stoffliche Grundlage gewonnen für den Bestand unsres ganzen Seins und unsrer größten Leistungen. Mit der Entdeckung der Verdauung als eines rein chemischen Vorgangs wurde das beste Siegel erworben für die allgemeinen Lehrsätze, welche Helvetius, Diderot, La Mettrie und Cabanis aus minder vollkommenen Beobachtungen schöpften.

Nur durch jene Umwandlungen lernen wir es begreifen, daß der Säugling leben kann von Milch, die im Käsestoff nur Einen eiweißartigen Körper führt und zwar einen Körper, dessen Menge im Blut dem Eiweiß und Faserstoff weit nachsteht. Eiweiß und Faserstoff sind verschieden von Käsestoff. Durch die Verdauung wird der Käsestoff in Eiweiß, durch das Athmen das Eiweiß in Faserstoff verwandelt. Dabei nimmt der Käsestoff Phosphor auf, den er ursprünglich nicht enthielt. Durch Aufnahme von Phosphor wird er in Eiweiß, durch Aufnahme von Sauerstoff wird das Eiweiß in Faserstoff des Bluts verwandelt.

Stoffliche Umsetzung der eiweißartigen Körper setzt uns in den Stand, von Pflanzen zu leben. Denn bei

aller Aehnlichkeit in den wichtigsten Eigenschaften, bei aller Uebereinstimmung in den wesentlichsten Verhältnissen der Zusammensetzung, die wir durch Mulder's Untersuchungen zuerst erfahren haben, sind doch die eiweißartigen Verbindungen der Pflanzen den entsprechenden Körpern des Thierbluts keineswegs völlig gleich.

In den Erbsen ist ein eiweißartiger Stoff in so reichlicher Menge enthalten, daß er das Recht hat, Erbsenstoff zu heißen*). Man hat diesen Erbsenstoff mit Käsestoff verglichen, mit dem Käsestoff der Milch und des Bluts. Beide lassen sich aus ihren Lösungen durch Essigsäure fällen. Allein der Niederschlag des Käsestoffs wird durch überschüssig zugesetzte Essigsäure gelöst, der Erbsenstoff nicht. Erbsenstoff ist der phosphorreichste aller eiweißartigen Körper (Norton)[93], Käsestoff enthält gar keinen Phosphor.

Nichtsdestoweniger nennt Liebig den Erbsenstoff Pflanzenkäsestoff. Und er unterstützt diesen Namen mit einem „merkwürdigen Beleg", der darin besteht, daß die Chinesen aus Erbsen einen „wirklichen Käse" zu machen pflegen[94]. Diese an und für sich sehr wissenswürdige Thatsache ist jedoch nicht nur „von den Untersuchungen der Chemie ganz unabhängig", sondern gegen die auf chemische Eigenschaften gegründete Unterscheidung nicht

---

*) Legumin.

im Allermindesten beweisend. Wenn dadurch der Erbsenstoff dem Käsestoff gleich sein soll, daß die Chinesen nach Itier ein dem Käse ähnliches Gericht, meinetwegen „wirklichen Käse" aus Erbsen bereiten, dann steht uns nichts im Wege, wenn wir Reis und Eier und Brod und Kartoffeln als Puddingstoffe zusammenwürfeln wollen.

Ein anderer Grund, den Liebig seiner Uebertragung der Namen thierischer Eiweißkörper auf ähnliche Stoffe des Pflanzenreichs unterlegt, ist folgender: „Diese ver„schiedenen Stoffe liefern zuletzt in Oxydationsprozessen „einerlei Produkte, was die Chemie als einen Beweis „betrachtet, daß ihre Elemente auch in gleicher Weise ge„ordnet sind"[95]). Abgesehen davon, daß ein von den Zersetzungsprodukten hergeleiteter Beweis der Gleichheit nur dann wahre Geltung haben kann, wenn dieselben Zersetzungsprodukte unter denselben Verhältnissen in gleicher Menge entstehen, wissen wir durch Stenhouse, daß die Zersetzungsprodukte thierischer und pflanzlicher Eiweißkörper keineswegs vollkommen mit einander übereinstimmen. So liefern thierisches und pflanzliches Eiweiß oder Käsestoff und Erbsenstoff, wenn man sie trocken erhitzt und bei der Behandlung mit Säuren oder mit Laugen, verschiedene flüchtige Basen, welche, im Bunde mit mehren anderen Unterschieden, die von Liebig behauptete Gleichheit entschieden widerlegen.[96])

Und deshalb ist es entschieden falsch, wenn Liebig

behauptet, „daß Thierfibrin *) und Pflanzenfibrin **), „Thieralbumin und Pflanzenalbumin, Thiercasein ***) „und Pflanzencasein †) nicht allein die nämlichen Ele- „mente in denselben Verhältnissen enthalten, sondern auch „gleiche Eigenschaften besitzen" [97]). Das lösliche Pflanzeneiweiß enthält weniger Schwefel als das Eiweiß des Bluts. Der Faserstoff der Thiere ist unter Verhältnissen gelöst, in welchen das ungelöste Pflanzeneiweiß immer geronnen ist. Aus demselben Grunde ist auch das Eiweiß des Bluts nicht gleich dem Faserstoff des Fleisches [98]). Die viel bedeutendere Verschiedenheit des Erbsenstoffs vom Käsestoff endlich ist oben bereits hervorgehoben worden.

Man sieht hieraus, daß Mulder's Ausdruck nicht wörtlich zu verstehen ist, wenn er behauptet, daß Pflanzenfresser und Fleischfresser denselben Eiweißstoff verzehren ††). Das ist aber auch nicht die Bedeutung des Mulder'schen Gesetzes. Es soll nur die Verwandtschaft bezeichnen, welche die eiweißartigen Körper der Pflanzen mit denen der Thiere zu Einer Gruppe verbindet.

Durch diese Verwandtschaft ist das Leben der Pflanze eine die Verdauung des Thieres vorbereitende Thätigkeit,

---

*) Faserstoff.

**) Ungelöstes Pflanzeneiweiß.

***) Käsestoff.

†) Erbsenstoff.

††) Vergl. oben S. 99.

und zwar eine unerläßliche Vorbereitung, da weder dammsaures Ammoniak, noch kohlensaures Ammoniak im Verdauungskanal der Thiere zu Eiweiß umgesetzt werden können.

Umwandlung des einen eiweißartigen Körpers in den anderen ist dagegen ein Vorgang, der eine viel weniger bedeutende Umsetzung verlangt, als die Verdauungsflüssigkeiten in den Fettbildnern hervorbringen müssen, wenn sie dieselben in Fett verwandeln.

Aus diesem Grunde kann unser Körper aus Erbsen und Bohnen, aus Weizen und Roggen Blut bereiten, ebenso wie der Säugling die Fähigkeit hat, den Käsestoff der Milch in Eiweiß und Faserstoff des Bluts überzuführen.

Ja, der Thierkörper vermag durch diese umsetzende Thätigkeit noch weit mehr. Hunde können wochenlang von rohen Knochen leben, obgleich diese so gut wie kein Eiweiß, sondern nur leimgebenden Stoff enthalten, der sich in Eigenschaften und Zusammensetzung vom Eiweiß viel weiter entfernt, als irgend ein eiweißartiger Körper vom anderen. Ohne Erneuerung des Eiweißes im Blut kann aber der Hund nicht leben. Aus dem Fett des Knochenmarks kann kein Eiweiß entstehen. Es ist also klar, daß sich der leimgebende Stoff im Thierkörper in Eiweiß verwandelt, daß Leim ein Nahrungsstoff ist.

Mit Unrecht behauptet Liebig daher, „daß die an

„sich geschmacklose und beim Genusse ekelerregende Leim-„substanz keinen Ernährungswerth besitzt"[99]). Liebig sucht diesen Ausspruch zu erhärten durch die bekannte Thatsache, daß Hunde von Leim allein, oder selbst von Leim, „begleitet von den schmackhaften Bestandtheilen „des Fleisches", nicht leben können. Allein diese und ähnliche Thatsachen beweisen zwar, daß Leim kein vollständiges Nahrungsmittel ist, daß Leim und Fleischbrühe auf die Dauer nicht im Stande sind, ohne Zusatz von anderer Nahrung das Leben zu fristen; daß Leim kein Nahrungsstoff ist, folgt daraus nie und nimmermehr. Oder ist Eiweiß kein Nahrungsstoff, ist Fett kein Nahrungsstoff, weil Thiere und Menschen bei Eiweiß allein, oder bei Fett allein ebensowenig am Leben bleiben, wie wenn sie nur Leim genießen? Es ist eine Liebig'sche Schlußform, die leider in allen Ernährungsfragen bei ihm wiederkehrt: weil Eisen allein die Dampfwagen nicht bewegt, so hat das Eisen überhaupt für diese Bewegung keinen Werth.

„Nur diejenigen, welche befangen sind," sagt Mulder, „die ihre Versuche an Hunden anstellen, welche „Thiere, nach dem Ausspruch der Gelatin-Commission, „lieber neben der Gallerte verhungern, als sie zu fressen; „nur die, welche das Ergebniß von hunderttausend Be-„obachtungen läugnen, werden dem Leim eine Stelle unter „den nützlichen Nahrungsstoffen absprechen. Wer, so wie

„ich, die ärztliche Praxis viele Jahre lang ausgeübt hat „und die Gelegenheit hatte, Genesende unzählige Male „unter dem Gebrauch von Arrow-root*) und Hirschhorn- „gallerte**) an Kräften zunehmen zu sehen, oder sah, „wie Geschwächte durch den Gebrauch von Hirschhorn- „gallerte wieder elastischer wurden, muß es bedauern, „daß Versuche dort etwas entscheiden sollen, wo Ver- „suche verwerflich und überflüssig sind, wo nur die Be- „obachtung etwas zu entscheiden hat."[100])

Eine ganz andere Frage ist es, ob das leimgebende Gewebe zu den leicht verdaulichen Nahrungsstoffen gehört. Und diese Frage ist ganz entschieden zu verneinen. Sie beantwortet sich mit einer klaren Ansicht von der Verdauung von selbst. Wenn die Verdauung sich für die löslichen Nahrungsstoffe darauf beschränkt, daß den Blutbestandtheilen ungleiche Körper in Blutbestandtheile verwandelt werden, so ist es klar, daß ein löslicher Nahrungsstoff um so verdaulicher sein muß, je ähnlicher er von vornherein den Blutstoffen ist. Leimgebendes Gewebe weicht aber unter allen stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen am weitesten von den Eiweißkörpern des Blutes ab; Leim ist unter den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen aus eben diesem Grunde am schwersten verdaulich.

---

*) Stärkmehl.

**) Leim.

Hierin liegt die Rechtfertigung und die Pflicht des Kampfes, den Liebig und Andere gegen jede Ersetzung von Fleisch oder anderen eiweißreichen Nahrungsmitteln durch Leim oder Knochen führen. Und damit ist den gewöhnlichen Suppentafeln, wenn sie aus Knochenleim bereitet sind, ein unwiderrufliches Verdammungsurtheil gesprochen.

Viele gebräuchliche Nahrungsmittel enthalten Stoffe, welche die Verdauungsflüssigkeiten des Menschen, Speichel, Magensaft, Galle, Bauchspeichel und Darmsaft nicht zu lösen und nicht in Blutbestandtheile zu verwandeln vermögen. Diese gehen unverdaut ab. Sie sind, wie die Schalen von Linsen und Bohnen, Kirschkerne und ähnliche Körper, im Koth vorhanden.

Zu diesen Stoffen gehören aus dem Pflanzenreich der Zellstoff, der den Hauptbestandtheil der Schalen von Hülsenfrüchten bildet, sodann der Kork und die Holzstoffe, welche in die Zusammensetzung der harten Kerne von Pfirsichen, Abrikosen, Kirschen und ähnlichen Obstarten eingehen. Unter den Bestandtheilen thierischer Nahrung sind die Stoffe der federkräftigen Fasern, der Horngebilde, Haare, Nägel, die Oberhaut der inneren und äußeren Häute in den Verdauungssäften unlöslich.

Je vollkommener also ein Nahrungsmittel in den Verdauungsflüssigkeiten gelöst wird, desto weniger läßt es Stoffe zurück, die an der Kothbildung Antheil haben, und

desto vollkommener ist die Verdauung. Demnach ist es eine vollkommene Begriffsverwechselung, wenn Liebig den „Verdauungswerth" eines Nahrungsmittels „an der „ganz besonderen Größe der Ueberreste genossener Mahl„zeiten erkennen will, welche Vorübergehende an Hecken „und Zäunen hinterlassen" [101]). Die Kothbildung und die Verdauung haben mit einander nicht das Geringste gemein. Im Gegentheil, der Koth besteht aus dem unbrauchbaren Rückstand der Nahrungsmittel, vermischt mit einigen Flüssigkeiten, die aus dem Blut bereitet und ausgeschieden wurden, mit Galle, Schleim und ähnlichen Stoffen. Insofern die Absonderung dieser Flüssigkeiten und regelmäßige Ausleerung jener Rückstände der Nahrung ein nothwendiges Zeichen der Gesundheit darstellen, ist der Stuhlgang von der allerwichtigsten Bedeutung für das Leben. Wenn man aber Stuhlgang und Verdauung als gleichbedeutend ansieht, so überträgt man eine aus falschem Anstand gewählte Bezeichnung auf einen Begriff, der in der Wissenschaft eine ganz andere Bedeutung hat. Es giebt nicht leicht zwei andere Begriffe auf dem ganzen Gebiet des Stoffwechsels, die einander schroffer entgegengesetzt sind, als Blutbildung und Kothbereitung. Die Verdauung ist Blutbildung.

Weil aber das Blut der Inbegriff aller Bestandtheile der Gewebe ist, die flüssige Summe aller Stoffe, welche die festen Werkzeuge unseres Körpers darstellen, so nimmt

die Blutbildung den ersten Rang ein in der Entwicklungsgeschichte der Nahrung. Indem das Blut und die Gewebe durch fortdauernde Athmung immer weiter zerfallen, um sich zuletzt aufzulösen in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser, schlägt die Entwicklung in Rückbildung um.

Auch hier sind Rückbildung und Entwicklung einander fortwährend bedingende Glieder. In dem erwachsenen Körper machen zerfallende Formbestandtheile der Gewebe unablässig den neu zu bildenden Platz. Je thätiger ein Werkzeug ist, desto leichter ist es, die jungen Entwicklungszustände in demselben wahrzunehmen. Kein Muskel des ganzen Körpers ist beständiger in Thätigkeit, als das Herz. Daher findet man im Herzen am leichtesten die Stoffe, in welche die verbrauchten Formbestandtheile der Gewebe zerfallen[102]), und neben diesen die jüngsten Entwicklungsstufen jener Formbestandtheile, d. h. junge Muskelfasern, welche zu sehr schmalen Bündeln vereinigt sind.[103])

Jedermann weiß, daß durch einen heftigen Schlag auf den Nagel eines Fingers ein dunkelbrauner Fleck entsteht. Dieser Fleck wird gebildet durch Blut, das in Folge der Zerreißung einiger Gefäße des gefäßreichen Muttergewebes unter dem Nagel ergossen wird. Weil aber von jenem Muttergewebe die Flüssigkeit ausschwitzt, welche die jüngsten unteren Nagelschichten bildet, so wird das ergossene Blut nach und nach vollkommen vom Nagel

umschlossen. Und weil der Nagel von hinten nach vorn wächst, so wird der braune Fleck nach mehren Wochen über die Spitze des Fingers hervortreten. Man sieht dann das vertrocknete Blut zwischen den unteren und oberen Schichten des Nagels. Aber in dieser Zeit hat sich ein vollständig neuer Nagel gebildet. Den alten schneiden wir nach und nach ab. Ganz ebenso erneuern sich die Haare, die Oberhaut, welche die ganze Außenfläche des Körpers und die inneren Höhlen desselben überzieht.

Auf dieselbe Weise bilden sich an die Stelle der zerfallenden Nervenfasern und Knorpelzellen, der Muskelbündel und Knochenplättchen immer neue Formen aus immer neuem Stoff. Die ausgeathmete Luft, Harn, Koth, Schweiß führen das Verbrauchte nach außen.

Die schleunigste Neubildung erfolgt im Blut. Zwei bis drei Stunden nach einer Mahlzeit finde ich in meinem Blut die Zahl der farblosen, fettreichen Zellen vermehrt, aus welchen die farbigen Blutkörperchen hervorgehen. In sieben bis acht Stunden ist diese Umwandlung bei Säugethieren und Menschen beendigt[104]). Bei kaltblütigen Thieren wird sie bedeutend verzögert. Am allerlangsamsten erfolgt sie nach meinen Beobachtungen bei Fröschen, denen die Leber ausgeschnitten ist.

Blutzellen, erst farblose, dann farbige, sind die ersten Formbestandtheile, die sich im fertigen Körper entwickeln. Die Entwicklung ist begründet in der eigenthümlichen

Mischung des Bluts. Eine Flüssigkeit, in der Eiweiß, Fett, Zucker und Salze gelöst sind, enthält alle Bedingungen, welche die Bildung von Kernen und Zellen erfordert. Das Blut ist eine vollendete Keimflüssigkeit, in der man die schönste Gelegenheit hat, verschiedene Altersstufen von Zellen zu erforschen. Mit dem Bilde der Blutbereitung haben wir eine Anschauung von der wichtigsten Entwicklung der Nahrung nach Mischung und Form.

Elfter Brief.

Asche der Thiere und Menschen.

Es war ein kostbarer Staub, den die Alten in Aschenkrügen in ihren Gräbern beisetzten. Denn die Asche enthielt den Stoff, mit dessen Hülfe die Pflanzen aus Bestandtheilen der Luft Thiere und Menschen zu erschaffen vermögen.

Mit Ausnahme der Stoffe, die wir in der Asche finden, sind die Elemente aller übrigen Bestandtheile des Körpers von Pflanzen, Thieren und Menschen in der Luft enthalten. Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sind zum Theil als freier Stickstoff und freier Sauerstoff, zum Theil als Kohlensäure, Wasser und Ammoniak in dem Dampfkreis unserer Erde vorhanden.

Aus Kohlensäure und Wasser bildet die Flachspflanze den Zellstoff, das Zuckerrohr den Zucker. Ohne anorganische Stoffe im Boden ist aber die Bildung des Zuckers im Zuckerrohr, des Zellstoffs im Flachs nicht möglich. Mayer und Brazier haben es in einem ebenso schönen

als richtigen Gleichniß ausgedrückt: „Die Vegetation der „Flachspflanze gleicht dem Wachsthum des Zuckerrohrs, „von dessen Pflege wir ein ganz aus atmosphärischen Be„standtheilen zusammengesetztes Produkt erwarten. Die „anorganischen Theile, welche von der Pflanze aufge„nommen werden, sind nur die Werkzeuge, um es her„vorzubringen, und sollten ebenso sorgfältig bewahrt wer„den, wie die Werkzeuge in einer Fabrik, um bei der Er„zielung künftiger Erndten ferner Dienste zu leisten." [105])

In derselben Weise sind die anorganischen Bestandtheile des Bluts die Werkzeuge, mit deren Hülfe aus den organischen Stoffen des Bluts die verschiedenen Gewebe unseres Körpers gezeugt werden. Schon im Blut ist die Entwicklung der Formbestandtheile, der Blutkörperchen, gegründet auf die Trennung der Kalisalze und Natronsalze, die beide aus der Nahrung der Blutbahn zufließen. Die Blutkörperchen enthalten die Kalisalze, während die Natronverbindungen in der Blutflüssigkeit gelöst sind. Kochsalz, eine Verbindung von Natrium und Chlor, ist nur in der Flüssigkeit, die Verbindung von Kalium und Chlor ist vorzugsweise in den Körperchen vorhanden (C. Schmidt). Und also finden wir schon im Blute den Beweis für Liebig's Ausspruch, daß Kali und Natron, so ähnlich sie auch in anderen Eigenschaften sind, sich im Thierkörper nicht ersetzen können [106]). Auf gleiche Weise fand Schmidt

in den Körperchen die Phosphorsäure, in der Flüssigkeit Kalk und Bittererde, Kohlensäure und Schwefelsäure vorherrschend.

Am allerinnigsten ist aber die Verwandtschaft einer organischen Gruppe von Elementen zu einem anorganischen Körper in dem Farbstoff des Bluts, der in den farbigen Körperchen enthalten ist. Dieser Farbstoff ist eine Verbindung von Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, zu der sich das Eisen gesellt, etwa so wie Schwefel und Phosphor zum Eiweiß gehören.

Es ist irrig, wenn Liebig behauptet, daß der Blutfarbstoff die Oxyde des Eisens enthält[107]). Mulder hat es durch die schlagendsten Gründe dargethan, daß das Eisen des Blutfarbstoffs nicht mit Sauerstoff verbunden ist. Durch starke Schwefelsäure läßt sich das Eisen aus dem Farbstoff entfernen. Es verhält sich dabei ganz so wie metallisches Eisen. Denn es entzieht dem vorhandenen Wasser seinen Sauerstoff, verwandelt sich auf Kosten des Wassers in Eisenoxyd, das sich mit der Schwefelsäure verbindet, während zugleich eine Entwicklung von Wasserstoff vor sich geht. Dabei behält man eine organische Gruppe zurück, deren Sauerstoffgehalt sich nicht verändert hat. Wäre das Eisen als Oxyd im Farbstoff vorhanden, dann hätte die Schwefelsäure demselben nicht bloß das Eisen, sondern zugleich einen Theil seines Sauerstoffs rauben müssen.

Ebenso unrichtig ist Liebig's Behauptung, daß aller Phosphor in den thierischen Körpern in der Form von Phosphorsäure enthalten sei. Wenn man beim Verbrennen eines eiweißartigen Körpers weniger Phosphorsäure in der Asche findet, als wenn man denselben mit Salpetersäure behandelt, so soll der Verlust nach Liebig nur daher rühren, daß durch die Hitze bei der Anwesenheit von Kohle ein Theil der Phosphorsäure zersetzt und verflüchtigt werde. Kurz, nach Liebig enthielte der eiweißartige Körper den Phosphor nur in der Gestalt von Phosphorsäure, nur oxydirt. Und wenn man in der Asche weniger Phosphorsäure finde, als auf dem sogenannten nassen Wege, so sei dies ein im chemischen Verfahren begründeter Verlust, der sich durch Zusatz von Alkalien oder alkalischen Erden, welche die Phosphorsäure binden, verhüten lasse [108]). So wahr es nun ist, daß unter den bezeichneten Umständen ein Theil der Phosphorsäure zersetzt und verflüchtigt wird, so entschieden muß es bestritten werden, daß aller Phosphor nur als Phosphorsäure in den eiweißartigen Stoffen vorkommt. Wenn man Erbsenstoff das eine Mal mit Salzsäure, schwefelsaurer Bittererde und Ammoniak, das andere Mal mit Salpetersäure, schwefelsaurer Bittererde und Ammoniak behandelt, dann erhält man im ersteren Fall nur eine Spur, im zweiten eine reichliche Menge von phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde [109]). Sal-

petersäure ist nämlich eines der kräftigsten Oxydations-mittel, über die der Chemiker verfügt. Sie verwandelt den Phosphor des Erbsenstoffs in Phosphorsäure, was durch Salzsäure nicht geschieht. Schwefelsaure Bittererde und Ammoniak schlagen die Phosphorsäure nieder als phosphorsaure Ammoniak-Bittererde; sie lassen dagegen den Phosphor unverändert. Daß trotzdem durch schwefelsaure Bittererde und Ammoniak ein Niederschlag entsteht, wenn man die Eiweißkörper nur mit Salzsäure und nicht mit Salpetersäure behandelt, hat darin seinen Grund, daß alle eiweißartigen Stoffe phosphorsauren Kalk enthalten, der durch die Salzsäure gelöst und daher von schwefelsaurer Bittererde und Ammoniak niedergeschlagen wird.

Wahrscheinlich ist es in hohem Grade, daß wir dereinst die Formen, in welchen Eisen, Schwefel und Phosphor in den organischen Stoffen enthalten sind, erkennen werden. Bisher kennen wir sie nicht, für den Schwefel so wenig, wie für Phosphor und Eisen [110]). Nur das wissen wir, daß das Eisen im Blutfarbstoff, der Schwefel und der Phosphor in den eiweißartigen Körpern nicht in einfach oxydirter Form enthalten sind.

Das Blut läßt sich für die Gewebe in jeder Rücksicht mit den in der Ackererde gelösten Stoffen für die Pflanzenwurzel vergleichen. Die anorganischen Bestandtheile des Bluts hängen von der Nahrung ab. Kohlen-

saure Salze sind zwar, trotz Liebig's Widerspruch [111]), in jedem Blut enthalten. Allein beim Genuß von Kräutern nehmen die kohlensauren Salze im Blut bedeutend zu, während sie einem Uebergewicht der phosphorsauren Salze weichen beim vorherrschenden Genuß von Fleisch und Brod, ohne deshalb jemals ganz zu verschwinden (Verdeil). Daher kommt es, daß das Blut eines fleischfressenden Hundes weit mehr Phosphorsäure führt, als das von Ochsen oder Schaafen.

Ob nun das Blut kohlensaures oder phosphorsaures Natron in überwiegender Menge enthält, ist keineswegs gleichgültig, schon weil die Kohlensäure und Phosphorsäure verschieden sind, namentlich aber deshalb, weil kohlensaure Salze bisher für kein einziges Gewebe, phosphorsaure Verbindungen dagegen für alle von der allerwichtigsten Bedeutung gefunden wurden.

Es ist daher falsch, wenn Liebig der durch das Vorherrschen von Kohlensäure oder von Phosphorsäure hervorgebrachten Ungleichheit in der Zusammensetzung allen Einfluß auf die Eigenschaften des Blutes abspricht, oder gar erklärt, daß das phosphorsaure Alkali in seinen Eigenschaften mit dem kohlensauren Alkali identisch sei [112]). Liebig gründet den letzteren Ausspruch auf die Angabe, daß das kohlensaure Salz und das phosphorsaure beide in gleicher Weise Kohlensäure aufnehmen. Allein diese Angabe habe ich durch Versuche widerlegt. Es ist wahr,

daß eine Lösung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron sehr viel Kohlensäure aufnimmt; die Kohlensäure läßt sich jedoch durch die Luftpumpe vollständig wieder austreiben. [113])

Wenn aber das Blut durch die Nahrung innerhalb gewisser Grenzen verschieden wird, so muß sich dieser Einfluß geltend machen auf die Gewebe, die aus dem Blut entstehen. Man kann deshalb Liebig nicht beipflichten, wenn er es wunderbar findet, daß das Blut zweier verschiedener Thierarten „bei einer abweichenden „Zusammensetzung zu denselben Zwecken tauglich ist" [114]). Das ist so wenig wunderbar, wie es auffallen kann, daß zwei Ackererden von verschiedener Mischung beide Erndten liefern. Jene Betrachtung Liebig's kann nur dadurch hervorgerufen sein, daß er die Gewebebildung als einen allgemeinen Zweck der Zusammensetzung des Bluts in's Auge faßt, ohne die Entwicklung der Gewebe mit der Mischung des Bluts zu vergleichen, etwa wie weiland Henle knöchernen und hornigen Zähnen gleiche Verrichtung zuschreiben wollte, vielleicht weil beide beim Beißen benützt werden. [115])

Gewebe und Erndten werden allerdings durch zwei verschiedene Blutarten und zwei verschiedene Ackererden hervorgebracht, aber jedem wesentlichen Unterschied in der Mischung des Bluts und des Ackers muß eine Verschiedenheit in Geweben und Erndten entsprechen.

Da das Blut in einem und demselben Einzelwesen, im Großen und Ganzen, eine gleichmäßige Mischung darstellt, welche vom Herzen durch die Schlagadern den verschiedensten Körpertheilen zugeführt wird, um durch die Wand der feinsten Gefäße, in welche sich die Schlagadern auflösen, in die Gewebe hinüberzuschwitzen, so ist es klar, daß eine verschiedene Zusammensetzung der Gewebe nur dadurch herbeigeführt werden kann, daß die einzelnen Bestandtheile des Bluts die eigentliche Blutbahn an verschiedenen Stellen mit verschiedener Geschwindigkeit verlassen.

Und so geschieht es wirklich. Die Naturlehre des Menschen und der Thiere ist schon seit längerer Zeit im Besitze eines bedeutsamen Winkes für dieses Verhältniß, insofern sie weiß, daß die Haargefäße — so heißen jene feinsten Kanäle, in welche sich die Schlagadern auflösen und welche die Schlagadern mit den Adern verbinden, — in verschiedenen Theilen des Körpers einen sehr verschiedenen Durchmesser besitzen und Netze bilden, deren Formen für die einzelnen Gewebe und Werkzeuge eigenthümlich sind. Das Hirn ist durch sehr feine, das Knochenmark durch außerordentlich weite Haargefäße ausgezeichnet. In den Nerven ist das Netz der Haargefäße aus langgestreckten und unregelmäßigen Maschen zusammengesetzt; in der Lunge sind die Maschen eng und mehr oder weniger rautenförmig; in den Muskelhäuten des Darms außer-

ordentlich regelmäßig rechteckig. Hier, wie in den Muskeln überhaupt, ist das Haargefäßnetz ziemlich dicht. Gerlach.

Ist es zu verwundern, daß jene eigenthümliche Beschaffenheit der Haargefäße auch der Schnelligkeit, mit welcher ihre Wand von den einzelnen Blutbestandtheilen durchsetzt wird, ihr Gepräge aufdrückt? Für die organischen Stoffe hat C. Schmidt durch vortreffliche Untersuchungen jenen Wink zu einer höchst lehrreichen Thatsache gestaltet, die in mehren Fällen von Ludwig Wachsmuth bestätigt wurde [115a]). Aus den Haargefäßen in der Haut, welche die Lungen überzieht, schwitzt das Eiweiß rascher durch, als aus den Haargefäßen, die in dem Bindegewebe unter der allgemeinen Körperhaut verlaufen.

Auf die merkwürdigste Weise hat sich dieses Wechselverhältniß zwischen der Schnelligkeit, mit welcher die einzelnen Stoffe das Blut verlassen, und der Zusammensetzung der Gewebe für die anorganischen Bestandtheile herausgestellt.

Wir haben durch eine der schönsten und gediegensten Untersuchungen Liebig's erfahren, daß, während in dem Blut das Kochsalz bedeutend über Chlorkalium vorherrscht, in den Muskeln gerade umgekehrt das Chlorkalium reichlicher als Kochsalz vertreten ist. Wenn aber in dem Blut viel Natron und wenig Kali, in den Muskeln viel Kali und wenig Natron enthalten ist, wenn es ferner feststeht, daß die Muskeln ihren sämmtlichen Kaligehalt nur vom Blut beziehen, so müssen die Haargefäße der

Muskeln das Kali des Bluts mit größerer Geschwindigkeit austreten lassen, als das Natron.

Gerade umgekehrt in den Knorpeln. Die Knorpel enthalten kein Chlorkalium, dagegen sehr viel Kochsalz. Es ergiebt sich daraus mit Nothwendigkeit, daß Chlorkalium durch die Haargefäße der Knorpelhaut viel langsamer ausschwitzt, als durch die Haargefäße der Muskeln. Ja, wenn es sich bestätigt, daß die Knorpel gar kein Chlorkalium führen, dann ist die Geschwindigkeit, mit welcher das Chlorkalium sich aus dem Blut in die Knorpel bewegt, mit dem Mathematiker zu reden, unendlich klein.

Knorpel und Muskeln verhalten sich hinsichtlich der Vertheilung von Chlornatrium und Chlorkalium zu einander wie Blutflüssigkeit und Blutkörperchen.

Ob an einer gegebenen Stelle des Körpers Muskel- oder Knorpelgewebe aus dem Nahrungssaft, d. h. aus der durch die Haargefäßwand hindurchgeschwitzten Flüssigkeit hervorgeht, das ist in erster Linie bedingt durch das Vorherrschen von Natron oder Kali an den betreffenden Orten.

Darin liegt also der unschätzbare Werth der Asche der Gewebe. Die Verschiedenheit der Gewebe ist vor allen Dingen gegründet auf die Mannigfaltigkeit der anorganischen Bestandtheile, welche durch die einzelnen Haargefäßgruppen mit wechselnder Geschwindigkeit hervor-

schwitzen. Diese anorganischen Stoffe sind es, welche beim Verbrennen der Gewebe als Asche zurückbleiben, während sich die organischen Bestandtheile verflüchtigen.

Aus diesem Grunde ist den Stoffen der Asche eine wesentliche Rolle in der Gewebebildung zuzuschreiben. Die Muskeln entstehen nur mit Hülfe des Chlorkaliums. Chlorkalium ist das Muskelsalz. Kochsalz ist der Gewebebildner der Knorpel. Das Kochsalz ist das Knorpelsalz.

Ebenso ist der phosphorsaure Kalk als der wichtigste Gewebebildner der Knochen zu betrachten. Der phosphorsaure Kalk geht mit der leimgebenden organischen Grundlage der Knochen chemische Verbindungen ein. Man nennt den phosphorsauren Kalk Knochenerde. In demselben Sinne darf man die phosphorsaure Bittererde als Muskelerde bezeichnen. Fluorcalcium, eine Verbindung, in welcher der Sauerstoff des Kalks durch Fluor vertreten ist, erscheint als Knochensalz.

Zu den Haaren gehört als Gewebebildner das Eisen. Das Eisen ist nicht nur Blutmetall, es ist auch als Haarmetall zu würdigen.

Man sieht hieraus, daß es unrichtig ist, wenn Liebig vom Kochsalz behauptet, daß es ohne Einfluß sei auf die bildende Thätigkeit der Gewebe [116]). Das Kochsalz ist zur Entstehung von Knorpeln so nothwendig, wie die Knochenerde zur Bildung von Knochen, das Chlorkalium zur Entwicklung von Muskeln.

Von allen anorganischen Stoffen hat aber die Phosphorsäure die weiteste Verbreitung im Thierkörper. Sie ist in den Knochen an Kalk, in den Muskeln an Kali und Bittererde, in der Leber an Alkalien, Erden und Eisen, am allerreichlichsten aber im Hirn an Kali und Natron, an Eisen, Kalk und Bittererde [117]) gebunden. Alle eiweißartigen Stoffe des Körpers enthalten eine gewisse Menge phosphorsauren Kalks. Mit vollem Rechte ist es von Liebig betont worden: „Die Bildung und „Erzeugung der geformten Theile des Körpers kann ohne „vorwaltende Phosphorsäure nicht gedacht werden" [118]). In manchen Theilen des Leibes, im Hirn, in den Eiern, im Samen und bereits im Blut ist der Phosphor, wie es scheint als Phosphorsäure, sogar mit einer organischen Gruppe in der Weise gepaart, daß ein phosphorhaltiges Fett daraus hervorgeht [119]). Deshalb ist man, des Liebig'schen Einwurfs ungeachtet [120]), durchaus berechtigt zu sagen, daß das Blut und Hirn, Eier und Samen, kurz gerade die Theile, welche auf der höchsten Staffel des Lebens stehen, ein phosphorhaltiges Fett besitzen, in dem ihre wesentlichste Eigenthümlichkeit begründet ist. Daher fand Breed in der Asche des Hirns eine ansehnliche Menge freier Phosphorsäure.

Wird das Hirn zu Kohle verbrannt, dann besitzt diese eine saure Beschaffenheit; sie röthet, wenn sie vorher mit etwas Wasser angefeuchtet wird, einen Streifen

blauen Lackmuspapiers. Die freie Säure ist keine andere als Phosphorsäure.

So wichtig ist jene organische Gruppe des Hirns, in deren Zusammensetzung der Phosphor eingeht, daß ihre größere oder geringere Menge schon jetzt, nachdem das phosphorhaltige Fett kaum drei Jahre lang genau erforscht ist, einen merkwürdigen Unterschied zwischen den Hirnen verschiedener Thiere kennen lehrte. Nach Lassaigne zeigen das Hirn und das verlängerte Mark der Katze und der Ziege nach der Verkohlung keine so deutlich saure Beschaffenheit, wie dieselben Theile des Pferdes. Die Menge des phosphorhaltigen Fetts im Hirn verschiedener Thiere ist demnach verschieden groß.[121])

Ganz in derselben Weise, wie in dem Einzelwesen die Art der Gewebe zu einem großen Theil bedingt ist durch die anorganischen Bestandtheile, welche an einer gegebenen Stelle das Blut der Haargefäße verlassen, so sind auch die Merkmale der Art, welcher das Einzelwesen angehört, die Gründe ihrer Entstehung und Ausbildung in den Aschenbestandtheilen zu suchen, die ihr Körper bei der Verbrennung zurückläßt.

Natürlich ist hier mit der Nahrung die erste Quelle des Unterschieds in der Zusammensetzung des Bluts gegeben. Ich habe schon erwähnt, wie deutlich die Phosphorsäure vorherrscht im Blut von Menschen und Thieren, die vorzugsweise Fleisch und Brod genießen, und wie sie

der Kohlensäure weicht, wenn die Nahrung vorzugsweise in Kräutern bestand.

Das Eisen des Bluts der Menschen und der Wirbelthiere ist in dem Blut der Weinbergschnecke durch Kupfer vertreten; der phosphorsaure Kalk des Menschenbluts durch kohlensauren Kalk bei der Teichmuschel.

Wenn wir durch C. Schmidt erfahren, daß das Blut der Schaalthiere so reichlich mit kohlensaurem Kalk geschwängert ist, daß dieses Salz, mit etwas kohlensaurem Natron vermischt, beim Verdunsten des Bluts in Krystallen anschießt, dann werden wir uns nicht wundern, daß man die Schaalen der Muscheln benützt, um Kalk daraus zu brennen. Der Kalk der Schaalen stammt vom Blut, wie der des Blutes von der Nahrung.

Die Knochen der Lurche und Fische kennt man an dem schwefelsauren Natron, das sie führen; die Zähne der Dickhäuter an der phosphorsauren Bittererde. In den Knochen der Pflanzenfresser ist mehr phosphorsaure Bittererde zugegen als in denen der Fleischfresser und des Menschen.

Kieselsäure ist zwar sehr allgemein der Gewebebildner horniger Theile. Sie findet sich in Haaren, in Wolle und Schleim. Vor allen anderen sind aber die mächtig entwickelten Horngebilde der Vögel, die Federn, durch ihren Reichthum an Kieselerde bezeichnet. Und hier sind es wieder die körnerfressenden Vögel, welche die von

Fischen und anderen Wasserthieren lebenden übertreffen. Der Haushahn steht durch den bedeutenden Kieselerdegehalt seiner Federn unter den Vögeln obenan (von Gorup-Besanez).

Wenn aber die regelmäßigen anorganischen Bestandtheile von Thieren und Menschen eine so gesetzmäßige Anziehungskraft üben und erleiden im Verhältniß zu den organischen Grundlagen des Körpers, so fehlt eine solche Verwandtschaft auch nicht für diejenigen, die nur unter besonderen Einflüssen, sei es der Nahrung oder der Arzneien, dem Körper einverleibt werden.

Aus diesem Gesichtspunkt ist das Verhalten der Metalle vorzugsweise lehrreich. Bei manchen Thieren führt die Leber schon unter gewöhnlichen Umständen Kupfer. Bei der Weinbergschnecke entspricht der Kupfergehalt der Leber der Anwesenheit des Kupfers im Blut (Harleß). Genth fand Kupfer in dem weißlichblauen bis himmelblauen Blut einer Art von Moluckenkrebs*)[121a]), von Bibra in der Leber beim Taschenkrebs, bei Forellen, Haifischen und Sonnenfischen.

Nun aber enthält das Getreide bisweilen Kupfer, das aus der Ackererde, z. B. aus Thonschiefer oder aus gelbem Thon, aufgenommen werden kann. Es ist nur eine wei-

*) Limulus Cyclops, Fabricius, in Philadelphia unter dem Namen King's crab bekannt.

tere Entwicklung dieser Thatsache, daß man auch im Blute Kupfer gefunden hat. Das Kupfer fand sich wieder in der Leber beim Schwein und beim Ochsen; seine Anwesenheit war durch Verhältnisse der Nahrung bedingt.

Die Anziehungskraft für Metalle bewährt die Leber auch in dem regelmäßigen Zustand der Wirbelthiere. Eisen ist in der Leber in nicht unerheblicher Menge vertreten, und die Galle, die Flüssigkeit, welche von der Leber bereitet wird, zeichnet sich z. B. vor dem Harn durch ihren regelmäßigen Gehalt an Eisen aus[122]). Es gewinnt diese Thatsache besonders dadurch an Gewicht, daß die Leber zwar nicht die ausschließliche, aber doch eine vorzügliche Bildungsstätte der farbigen Blutkörperchen darstellt. Ohne eisenhaltigen Farbstoff können sich jedoch die farbigen Blutkörperchen nicht entwickeln. Ich habe durch sehr häufig wiederholte Zählungen gefunden, daß bei entleberten Fröschen die Menge der farbigen Körperchen des Bluts im Verhältniß zu den farblosen bedeutend abnimmt.[122a])

Ist es bei dieser Verwandtschaft der Leber zu den Metallen, welche die Außenwelt zuführt, zu verwundern, daß das Quecksilber der Heilmittel oder das Blei in langsam entstehenden Bleivergiftungen vorzugsweise in der Leber gefunden wird? In einem Fall von Quecksilbervergiftung konnte von Gorup-Besanez das Quecksilber unter mehren untersuchten Geweben mit völliger Sicherheit nur in der Leber, dagegen gar nicht in dem

Herzen und in den Lungen, im Gehirn nur zweifelhaft nachweisen[123]). Erst neuerdings fanden Chatin und Bouvier bei einem an Bleilähmung verstorbenen Menschen das Blei in Hirn und Leber.[124])

Je größer die Festigkeit der harten Theile im Thierkörper ist, desto bedeutender ist ihr Gehalt an phosphorsaurem Kalk. So sind die Zähne viel reicher an Knochenerde als die Knochen selbst. Von Bibra hat in diesem Sinne einen merkwürdigen Zusammenhang aufgefunden zwischen den Anstrengungen, denen ein Knochen unterworfen wird, und der Menge des phosphorsauren Kalks, die in demselben vorkommt. Er fand am meisten Knochenerde in dem Schienbein bei Wadvögeln, in dem Oberschenkel bei Scharrvögeln, in dem Oberarm bei Vögeln mächtigen Fluges.

Wenn es in der Nahrung an phosphorsaurem Kalk fehlt, dann werden die Knochen biegsam. Sie sind es bei jungen Kindern, bei denen der Knorpel sich erst allmälig durch die Aufnahme von Knochenerde in Knochen verwandelt. Sie werden es bei Hühnern, denen man in der Nahrung die Kalksalze vorenthält. Umgekehrt macht Ueberfluß an phosphorsaurem Kalk die Knochen spröde. Und da es eine Eigenthümlichkeit des höheren Alters ist, daß die Knochenerde in den Stützen und Hebeln des Körpers zunimmt, so ist dadurch die Zerbrechlichkeit der Knochen alter Leute erklärt.

Aus allen diesen Thatsachen ergiebt sich für den thierischen Körper ein Gesetz von der allerhöchsten Bedeutung, ein Gesetz, dessen Fruchtbarkeit für das Verständniß der Ernährung beinahe durch jede neue Thatsache heller beleuchtet wird. Es ist das Gesetz einer festen und nothwendigen Verwandtschaft zwischen den organischen Grundlagen der Gewebe und den anorganischen Gewebebildnern. Durch dieses Gesetz besteht das Recht, das Fluorcalcium Knochensalz oder Zahnsalz, die phosphorsaure Bittererde Muskelerde, das Chlornatrium Knorpelsalz, das Eisen Haarmetall zu nennen.

Diese regelmäßige Beziehung, welche von den Aschenbestandtheilen der Gewebe des Körpers jeden Schein der Zufälligkeit abstreift, kehrt auch für die Flüssigkeiten wieder, welche bestimmte Werkzeuge, die man Drüsen nennt, aus dem Blute absondern. Die Leber, welche die Galle bereitet, die Nieren, welche den Harn, die Brustdrüsen, welche die Milch aus dem Blute abscheiden, sind solche Drüsen.

Für die Milch sind phosphorsaurer Kalk und Kaliverbindungen ebenso nothwendig wie jener für die Knochen und diese für die Muskeln. Bedenkt man, daß der größte Theil des Körpers aus Fleisch und Knochen besteht, so gewinnt es an innerer Bedeutung auch von dieser Seite, daß die Milch so vorzüglich geeignet ist, die Nahrung des Säuglings zu bilden. Sie führt nicht nur

einen eiweißartigen Körper, Zucker und Fett, als Vertreter der drei Hauptklassen organischer Nahrungsstoffe; sie enthält auch in ihren Aschenbestandtheilen die anorganischen Stoffe, welche wir als die wichtigsten Gewebebildner für die Masse des Körpers betrachten müssen.

Wie die Milch, so sind die Eier ausgezeichnet durch Kalisalze und phosphorsaure Erden, welche letzteren auch reichlich im Samen vertreten sind.

Im Speichel herrscht Chlorkalium vor, im Magensaft Chlornatrium. Am allerbedeutendsten ist Kochsalz im Harn vertreten.

Diesen Verhältnissen fehlt auch die Kehrseite nicht. Das heißt, es kommen Flüssigkeiten vor, in welchen gewisse Salze, die sonst eine weite Verbreitung im Körper zeigen, durchaus nicht vorhanden sind. Der Milch fehlt jede Spur von schwefelsauren Salzen, während sie in Galle [125]) und Harn beständig gefunden werden.

Weil die Salze das Blut rascher verlassen als Wasser, Eiweiß und Fett [27]), so ist es klar, daß das Blut weniger von den betreffenden anorganischen Bestandtheilen enthalten muß, als die Nahrung. Aber unter diesen Stoffen der Asche herrschen einzelne im Blute vor; sie sind in der Asche des Bluts reichlicher vertreten, als in der Asche der Nahrung. Blutasche enthält z. B. mehr Kochsalz als die Futterasche. Das Kochsalz ist unter allen Aschenbestandtheilen des Bluts der nothwendigste; Kochsalz wird

in seiner Menge im Blut von keinem anderen anorganischen Stoff, als vom Wasser, übertroffen. [126])

Jenes Gesetz der Verwandtschaft, nach welchem die thierischen Häute neben gewissen organischen Stoffen auch immer Aschenbestandtheile durchschwitzen lassen, erklärt uns auch das Auftreten der anorganischen Stoffe im Harn. Der Harnstoff gelangt aus den Haargefäßen der Nieren nicht in die feinsten Harnkanälchen dieser Drüsen, ohne von Kochsalz und anderen anorganischen Stoffen begleitet zu sein. Die Nieren sondern diese Stoffe nicht etwa ab, weil sie erkennen sollten, daß dieselben nach Liebig's Ausdruck „für eine weitere Verwendung „zu vitalen Zwecken untauglich sind" [127]), sondern weil es nothwendige Eigenschaft der Haargefäße und der Harnkanälchen ist, daß sie neben dem Harnstoff auch Kochsalz und andere Salze durchlassen. Die feinsten Formbestandtheile der Drüsen, seien es Kanälchen, oder Zellen, sind von den blutführenden Haargefäßen so dicht umlagert, daß die einander anliegenden Wände des Haargefäßes und der Drüsenkanälchen zusammen nur eine dünne thierische Haut bilden, durch welche ein beständiger Austausch gegeben ist zwischen dem Blut und dem Inhalt der Hohlräume in den der Drüse eigenthümlichen Formbestandtheilen.

Obgleich die Nahrung Verarmung oder Ueberfluß an bestimmten anorganischen Stoffen im Thierkörper vermitteln kann, so ist es doch gerade ein einfacher Ausfluß

des oben aufgestellten Gesetzes, daß es feste Verhältnisse giebt, die von dem Wechsel der Nahrung nicht erschüttert werden.

Zu diesen festen Verhältnissen gehört in erster Reihe immer wieder der Kochsalzgehalt des Bluts. Ein Hund, welcher achtzehn Tage lang mit Fleisch gefüttert wurde, enthält dieselbe Menge Kochsalz in seinem Blut, wie nach einer zwanzigtägigen Fütterung mit Brod[128]). Auf die Vertheilung des Kochsalzes an die Blutflüssigkeit und des Chlorkaliums an die Körperchen haben nach C. Schmidt weder die Nahrung, noch der Volksstamm irgend einen Einfluß.[129])

Das entschiedenste Beispiel für die Selbständigkeit jenes Verhältnisses der anorganischen Stoffe zu den organischen Bestandtheilen, welche sie begleiten, hat uns für den Thierkörper Strecker's gediegene Untersuchung der Galle kennen gelehrt. Während im Futter der Wiederkäuer das Kali vorherrscht über das Natron, ist in ihrer Galle die organische Gallensäure beinahe ausschließlich an Natron gebunden. Die Rindsgalle enthält nur Spuren von Kali. In der Galle der Seefische, die aus der umgebenden Salzfluth doch vorzugsweise Kochsalz (Chlornatrium) schöpfen können, ist verhältnißmäßig mehr Kali vorhanden, als in der Galle der Flußfische[130]). Es wiederholt sich die von Forchhammer für manche Seepflanzen beobachtete Thatsache, daß ihr Kaligehalt das

Natron derselben übertrifft[131]). Die Verwandtschaft der Art siegt über die Gelegenheit der Nahrung.

Es ist wohl von selbst einleuchtend, daß hierdurch die Wichtigkeit der anorganischen Stoffe, die in der Nahrung als Gewebebildner gegeben sein müssen, nicht im Mindesten verringert wird. Im Gegentheil. Je fester und nothwendiger das Verhältniß bestimmt ist, in welchem die anorganischen Stoffe den organischen folgen müssen und umgekehrt, desto unumstößlicher steht es fest, daß eine gewisse Menge der anorganischen Blutbestandtheile und Gewebebildner nicht fehlen kann, ohne daß dem Körper ein Nachtheil daraus erwächst.

Wir haben schon gesehen, daß die Knochen von Hühnern ihre Festigkeit verlieren, wenn in der Nahrung der Thiere die Kalksalze fehlen. Mulder heilte in einer armen Familie die Neigung zu Knochenbrüchen durch Roggenbrod und Fleisch, das heißt durch eine Nahrung, welche das Blut und durch das Blut die Knochen mit dem nöthigen Gehalt an phosphorsauren Erden versorgen konnte.

Am bekanntesten ist durch die nachtheiligen Folgen, welche aus Mangel an einem anorganischen Stoffe entstehen, das Fehlen des Eisens im Blut. Und es ist nicht zu verwundern, daß hier die Nachtheile so tief eingreifen, wenn man bedenkt, daß das Eisen im Blutfarbstoff unmittelbar in die organische Mischung der Gruppe eingeht.

Dieser Eisenmangel ist eines der traurigsten Zeichen der Zeit. Er ist nicht beschränkt auf eine Entwicklungskrankheit der Mädchen, er findet sich bei Frauen und Männern, deren Zahl seit einigen Jahren so bedeutend ist, daß es kaum zu hart scheint, von einem bleichsüchtigen Geschlecht zu reden, das zum Glück noch in der Minderzahl ist gegen die gestählten Herzen, die eines kräftigen Aufschwungs fähig sind. Leider wurzelt die Krankheit, deren Zeichen so wechselfällig sind wie kaum von irgend einer anderen, häufig weit tiefer als im Blut, über das Blut hinaus in die Gewebe hinein. Ich habe oben die mächtige Hülfe erwähnt, welche der Umwandlung farbloser Blutkörperchen in farbige in der Leber geleistet wird. Die Aerzte wissen es, wie häufig man der Thätigkeit der Verdauungswerkzeuge, und zwar in erster Linie der Leber, eine andere Richtung geben muß, bevor man dem Blut das fehlende Eisen mit Erfolg darzubieten im Stande ist.

Zu diesen Beispielen, die in dem Bereich jedes Laien liegen, sei noch ein drittes hinzugefügt. Seit undenklichen Zeiten bemüht man sich, die Ursachen des Kropfs und jener mangelhaften Entwicklung des ganzen Körpers, die man als Cretinismus bezeichnet [132]), zu erforschen. Die besten Stimmen erklärten sich für einen Grundeinfluß der Nahrung, den man eine Zeitlang in einem zu reichlichen Gehalt an Bittererde suchte. Allein die Bittererde

kann sehr reichlich im Trinkwasser vorhanden sein, ohne irgend eine nachtheilige Wirkung zu äußern. Die Brunnenwasser von Rhodez enthalten durchschnittlich fünfmal soviel Bittererde als im Thal der Isère mit dem bekannten Chamouny, das durch seine Kröpfe berüchtigt ist, und dennoch kennt man dort weder Kröpfe noch Cretine.[133])

Auf eine bessere Spur scheint Chatin geführt zu sein durch seine Entdeckung der Verbreitung des Jods in der ganzen Natur. Chatin fand Jod in Land, in Luft und Wasser, in Thieren und Pflanzen, in Milch, in Eiern, in Wein. Zwar hat man von mehren Seiten den Angaben Chatin's widersprochen und sie durch die Vermuthung verdächtigt, daß das von ihm gefundene Jod nur eine Verunreinigung seiner Prüfungsmittel gewesen sei (Stevenson Macadam, Lohmeyer, de Luca)[133a]). Allein E. Marchand fand Jod in allen natürlichen Gewässern und auch Barral und Meyrac haben zu gewissen Zeiten Jod im Regenwasser gefunden. Die wichtigste Bestätigung hat van Ankum den Chatin'schen Untersuchungen ertheilt, indem er das Brunnenwasser aus allen Gegenden Hollands sorgfältig prüfte und unter dreiundachtzig Fällen nur ein einziges Mal das Jod vermißte. Van Ankum fand Jod im Wasser des Rheins und der Maas, der Vecht und der Yssel, in der Luft und im Regenwasser. Das

Letztere ließ er an zahlreichen Orten Niederlands auffangen, und bei siebenundfünfzig Versuchen wurde nur ein einziges Mal kein Jod gefunden. Van Ankum hat sich gegen jede Verdächtigung seiner Beobachtungen geschützt, indem er sich durch genaue Vorsichtsmaßregeln davon überzeugte, daß seine Prüfungsmittel durchaus kein Jod enthielten[133 b]. Weil man nun eine Form des Kropfs als eine Anschwellung der Schilddrüse, als eine Drüsengeschwulst betrachtet, wie sie häufig durch arzneilichen Gebrauch des Jods geheilt wird, so kam Chatin auf den Gedanken, Jodmangel im Wasser und in den gebräuchlichsten Nahrungsmitteln möchte eine Hauptursache abgeben für Kropf und Cretinismus.

Das Ergebniß der bisherigen Untersuchungen hat sich der Annahme Chatin's günstig gezeigt. In eben jenem Thal der Isère, in dem der Kropf so einheimisch ist, haben Chatin und Fourcault, unabhängig von einander, den Mangel an Jod im Wasser und in den Nahrungsmitteln durch Versuche dargethan[134]. Wenn man von dem Rhonebecken bei Lyon gegen die Alpen vorschreitet, dann werden Luft und Regen allmälig ärmer an Jod. In den Alpenthälern, welche Italien zugekehrt sind, fand Chatin ebensowenig Jod, wie in den Thälern der französischen Seite. Alle die Thäler aber, welche am heftigsten vom Kropf heimgesucht sind, zeichnen sich durch diesen Mangel an Jod aus, und zwar nicht nur

in Luft und Regen, sondern ebenso in der Ackererde und ihren Erzeugnissen[135]. Grange versichert, daß er die von Chatin angegebenen Thatsachen über die Verbreitung des Jods bestätigen könne.[135a]

Wenn wir trotz alledem dieses Beispiel bisher als weniger günstig bezeichnen müssen, als das des im Blut fehlenden Eisens oder der Knochen ohne Knochenerde, so liegt das nicht etwa bloß in der geringeren Anzahl von Beobachtungen, die uns nur vorsichtig die wichtige Behauptung Chatin's zur Regel erheben lassen, sondern namentlich auch in unsrer bisher vollständigen Unwissenheit über die Beziehung des Jods zur Schilddrüse und anderen Geweben des Körpers. Nur das darf man nicht etwa gegen Chatin's Lehre einwerfen, daß nicht alle Kröpfe durch Jod geheilt werden. Ebensowenig wie Eisenmangel im Blut deshalb aufhört, die Ursache der Bleichsucht zu sein, weil manche Fälle dieser Krankheit dem Eisen widerstehen. Denn es ist selbstverständlich, daß das Eisen nur dann helfen kann, wenn es nicht bloß in den Magen, sondern auch in's Blut, nicht bloß in's Blut, sondern auch in die organische Gruppe des Blutfarbstoffs gelangt, und hierauf hat unter Anderen die Leber einen sehr bedeutenden Einfluß.

Daß wir bis jetzt in der Mehrzahl der Fälle solche Einflüsse nicht zu beherrschen wissen, kann die Wichtigkeit der anorganischen Stoffe als Gewebebildner nicht an-

fechten. Der Bau und die Lebensfähigkeit der Werkzeuge sind durch die nothwendige Menge der anorganischen Bestandtheile bedingt. Und darin ist es begründet, daß die in den letzten Jahren erwachte Würdigung des Verhältnisses der anorganischen Stoffe zu den einzelnen Theilen des Körpers, die Würdigung, welche weder hochmüthig verschmäht, noch überschwänglich hofft, der Landwirthschaft und der Heilkunde eine glänzende Zukunft verspricht.

Es läßt sich Angesichts der eingreifendsten Thatsachen nicht mehr bestreiten, daß die Stoffe, die bei der Verbrennung zurückbleiben, die sogenannten Aschenbestandtheile, zu der inneren Zusammensetzung und damit zu der formengebenden und artbedingenden Grundlage der Gewebe ebenso wesentlich gehören, wie die Stoffe, welche die Verbrennung verflüchtigt. Ohne leimgebende Grundlage kein wahrer Knochen, aber ebensowenig ein wahrer Knochen ohne Knochenerde, ein Knorpel ohne Knorpelsalz, oder Blut ohne Eisen, Speichel ohne Chlorkalium.

Aus Luft und Asche ist der Mensch gezeugt. Die Thätigkeit der Pflanzen rief ihn in's Leben. In Luft und Asche zerfällt der Leichnam, um durch die Pflanzenwelt in neuen Formen neue Kräfte zu entfalten.

Zwölfter Brief.

Rückbildung im Thier.

Hin und wieder ist es der stofflichen Betrachtung der Vorgänge im Thierkörper zum Vorwurf gemacht worden, daß sie mehr eine chemische sei, als eine physiologische. So lange man freilich von jenen Vorgängen keine andere Kenntniß besaß, als daß wir beim Athmen Kohlensäure austauschen gegen Sauerstoff und daß der Harn Harnstoff und Harnsäure enthält, ohne daß man auch nur eine Ahnung hatte von der Entwicklung der Kohlensäure und der Harnbestandtheile, war jener Gegensatz zwischen chemischer und physiologischer Behandlung berechtigt. Heutzutage liegt aber das Wesen der Physiologie des Stoffwechsels in der Entwicklungsgeschichte der Nahrung und der Auswurfsstoffe. Nahrungsstoffe und Bestandtheile der Ausscheidungen, das sind die Grenzen, zwischen welchen die Verdauung und Gewebebildung eingeschlossen sind. Durch die gründliche Erforschung jener Vorgänge der Entwicklung ist ein ansehnlicher Theil der Physiologie

ein Abschnitt der Chemie geworden. Es unterliegt keinem Zweifel, die Physiologie, die Lehre des Lebens von Pflanzen und Thieren, besteht aus Chemie, Physik und Beschreibung von Formen. Die Zeit ist überwunden, in welcher das Mikroskop allein dem Physiologen Ring und Stab verlieh; Physiologe ist nur, wer das Leben chemisch-physikalisch zu begreifen trachtet.

Aufnahme des Sauerstoffs beim Athmen ist nicht nur die Grundbedingung der Entwicklung der Gewebe, sie ist in noch viel höherem Grade die Ursache der Rückbildung, ohne welche das Leben nicht denkbar ist.

Wechsel von Stoff und Form in den einzelnen Theilen, während die allgemeine Gestalt dieselbe bleibt, ist das Geheimniß des thierischen Lebens. Die farblosen Blutkörperchen, die in diesem Augenblick meinen Körper durcheilen, sind in sechs Stunden in farbige Blutkörperchen verwandelt, und diese sind nach längstens vierzehn Tagen aufgelöst und durch andere ersetzt.

So zerfallen alle Formbestandtheile des Körpers, um sich unablässig zu verjüngen. Der Sauerstoff, den wir einathmen, gelangt aus dem Mund in die Luftröhre, die sich verästelt und an ihren feinsten Endästchen mit seitlichen und endständigen Bläschen besetzt ist, die nur mittelst des Kanals des Luftröhrenästchens mit einander Gemeinschaft haben. Die Wand dieser Lungenbläschen ist auf's Dichteste von blutführenden Haargefäßen um-

sponnen. Aus der Luftröhre gelangt der Sauerstoff in die Lungenbläschen, aus diesen durch die doppelte Wand von Bläschen und Haargefäßen in das Blut, mit dem Blut in das Herz. Und das Herz leitet durch die Schlagadern des sogenannten großen Kreislaufs, der den ganzen Körper beherrscht, das mit Sauerstoff geschwängerte Blut in alle Theile. Durch die Wand der Haargefäße, in die sich die feinsten Schlagadern auflösen, dringt der Sauerstoff in die Gewebe ein.

Nun schreitet die Verbrennung fort, welche die Blutbestandtheile in Gewebebildner verwandelte. Die Grundformen der Gewebe zerfallen, indem der Sauerstoff sich mit dem Stoff verbindet, aus dem sie gebaut sind. Denn die Erzeugnisse dieser fortschreitenden Verbrennung sind keiner organisirten Form mehr fähig.

Die Fleischfaser zerfällt in Fleischstoff *), in eine Fleischbasis **) und eine Fleischsäure ***). Aus einem eiweißartigen Stoff, der auf der höchsten Stufe organischer Mischung stand, gehen andere stickstoffhaltige Körper hervor, die sich nach und nach durch einen immer größeren Reichthum an Sauerstoff auszeichnen. Die Fleischsäure, die nach Liebig in vorzüglicher Menge in der Fleischflüssigkeit des Huhns vorkommt, ist einer der sauerstoff-

*) Kreatin.

**) Kreatinin.

***) Inosinsäure.

reichsten Stoffe, die man überhaupt in Thierkörpern angetroffen hat.

Es gehört zu Liebig's schönsten Verdiensten, daß er mit dem genialen Blick, der ihm die Forscherweihe giebt, in jenem Fleischstoff, in der Fleischbasis und Fleischsäure Uebergangsstufen erkannte von den Gewebebildnern zu den Endprodukten des Verfalls, die wir mit den Ausscheidungen entleeren. Schon die Zusammensetzung dieser Körper, wie sie Liebig kennen lehrte, wies auf diese Bedeutung derselben hin. Entscheidend war die Leichtigkeit, mit welcher sich Fleischstoff in eine neue Basis und in Harnstoff zersetzen ließ, in Harnstoff, den wir als das höchste stickstoffhaltige Oxydationsprodukt betrachten dürfen, das bei der Verbrennung durch das Athmen aus den Geweben entsteht.

Den Harnstoff selbst hat man zwar unter gewöhnlichen Verhältnissen in den Muskeln noch nicht gefunden, sei es, weil er zu rasch in die Blutgefäße übergeht, oder weil der Fleischstoff und die Fleischbasis als solche in das Blut gelangen und hier erst, zum Theil weiter verbrennend, Harnstoff liefern, zum Theil aber unverändert von den Nieren angezogen und mit dem Harn ausgestoßen werden. Ihre Stellung als Auswurfsstoffe ist bezeichnet durch ihr Auftreten im Harn, und daß sie wirklich als solche durch das Blut den Nieren zuwandern, ist erwiesen durch die neuerdings von Verdeil und Marcet ge-

machte Beobachtung, daß Fleischstoff und die Fleischbasis im Blut vorkommen.[136])

Wir kennen übrigens nicht bloß den Fleischstoff, die Fleischbasis und die Fleischsäure als Mittelglieder zwischen Eiweiß und Harnstoff. So wie Liebig jene Stoffe aus der Fleischflüssigkeit gewonnen hat, so ist es Scherer gelungen, in der Milz einen neuen Körper als Uebergang vom Eiweiß zur Harnsäure zu entdecken, dessen Zusammensetzung es rechtfertigt, ihn mit dem Namen Harnoxydul*) zu bezeichnen. Dieser Körper unterscheidet sich nämlich von der Harnsäure nur dadurch, daß er weniger Sauerstoff enthält, in ähnlicher Weise wie das Stickstoffoxydul der salpetrichten Säure im Sauerstoffgehalt nachsteht.[102])

Nachdem man diese Rückbildungsstufen der stickstoffhaltigen Gewebebildner in den Geweben selbst aufgefunden hat, ist es fürwahr nicht mehr zu verwundern, daß auch die Endglieder dieser rückgängigen Entwicklung in den Geweben vorkommen. Neben dem Harnoxydul, das nur Sauerstoff aufzunehmen braucht, um sich in Harnsäure zu verwandeln, hat Scherer auch die Harnsäure in der Milz gefunden. Eben diese höhere Verbrennungsstufe hat man in Gießen in zahlreichen Krystallen in den Muskeln eines Alligators angetroffen[137]), und Cloëtta hat sie seitdem in Ochsenlungen nachgewiesen.[137 a])

---

*) Hypoxanthin.

Aber die Harnsäure ist selbst nur ein Uebergangsglied zum Harnstoff. Auch diese Thatsache verdanken wir Liebig's Untersuchungen über die Harnbestandtheile, denen er eine seiner schönsten und fruchtbarsten chemischen Arbeiten zugewendet hat. Wenn man die Harnsäure mit Bleihyperoxyd behandelt, einem Stoff, der leicht Sauerstoff abgiebt und folglich als ein Verbrennungsmittel anzusehen ist, dann verwandelt sich die Harnsäure in Harnstoff und Kleesäure, zu denen sich noch ein Stoff gesellt, den man im Harn des ungeborenen und neugeborenen Kalbes beobachtet hat*). Auf ähnliche Weise wird die Harnsäure durch den eingeathmeten Sauerstoff im Thierkörper verbrannt. Frerichs hat Kaninchen eine warme gesättigte Lösung von harnsaurem Natron und harnsaurem Ammoniak in das Blut gespritzt, und fand darauf die Menge des Harnstoffs im Harn bedeutend vermehrt. Neben dem Harnstoff enthielt der Harn Niederschläge von Kalk, der an Kleesäure gebunden war. Und diese Säure, die nach ihrem Vorkommen im Sauerklee benannt ist, findet sich nicht selten im Harn gesunder Menschen (Höfle, Lehmann). In der Regel wird die Harnsäure wahrscheinlich gleich weiter zu Harnstoff und Kohlensäure verbrannt. Denn die Kohlensäure ist ihrerseits nichts weiter als eine höhere Verbrennungsstufe der Kleesäure.

---

*) Allantoin.

So ist es denn die natürlichste Folge der in den Geweben vor sich gehenden Rückbildung, daß auch der Harnstoff in denselben auftritt. Er wurde von Millon in der Glasflüssigkeit und in der wässerigen Flüssigkeit des Auges entdeckt. Millon's Angabe wurde von Wöhler bestätigt, und es läßt sich mit Sicherheit vorhersagen, daß sie nicht mehr lange vereinzelt dastehen wird. Bei Fröschen, denen die Leber ausgeschnitten war — nicht bei unversehrten Fröschen, wie Grohé irrig angenommen, — habe ich kleesauren Harnstoff in den Muskeln aufgefunden.

Demnach sind die stickstoffhaltigen Zersetzungsprodukte, die mit dem Harn aus dem Körper entfernt werden, bereits in den Geweben enthalten. Der Fleischstoff und die Fleischbasis, der Harnstoff und die Harnsäure wurden in den Geweben des Thierkörpers nachgewiesen. Der Hauptstoff der ausgeathmeten Luft, die Kohlensäure, fehlt ebensowenig.

Allein die Kohlensäure ist in ähnlicher Weise das Endglied der Verbrennung stickstofffreier Gewebebildner, wie der Harnstoff als das Endglied der Rückbildung stickstoffhaltiger Bestandtheile betrachtet werden muß.

Es war bezeichnend für einen früheren Zeitraum der Lehre des Lebens und der organischen Chemie, daß man die Kohlensäure der ausgeathmeten Luft verbranntem Kohlenstoff zuschrieb, ohne sich weiter darum zu bekümmern, in welcher Form dieser Kohlenstoff verbrannt

wurde, ja, man hat es nicht verschmäht, an eine Verbrennung freien Kohlenstoffs zu denken. Freier Kohlenstoff ist jedoch im Körper nicht vorhanden. Die stickstofffreien Bestandtheile der Gewebe sind Fette und Fettbildner, und diese werden durch allmälige Verbrennung den letzten Stufen ihrer Rückbildung entgegengeführt. Sie zerfallen in Kohlensäure und Wasser.

Milchsäure, Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure, Bernsteinsäure, Kleesäure, das sind die Mittelstufen zwischen Zucker und Fetten auf der einen, und zwischen Kohlensäure und Wasser auf der anderen Seite.

Jede folgende von diesen Säuren unterscheidet sich von der nächstvorhergehenden durch einen größeren Sauerstoffgehalt. Die Ameisensäure zerfällt durch weitere Aufnahme von Sauerstoff in Kleesäure und Wasser. Die Verbindung von Kleesäure mit Wasser verbrennt zu Kohlensäure, während sich das Wasser von ihr trennt.

Die Milchsäure ist in neuester Zeit als ein regelmäßiger Bestandtheil des Muskelfleisches nachgewiesen worden (Liebig); sie findet sich in dem Gewebe der glatten Muskeln eben so wohl wie in dem aus quergestreiften Fasern bestehenden (Lehmann, Siegmund)[137 b]. Von Bibra hat sie im Gehirn beobachtet. Bernsteinsäure fand Heintz in einer kranken Leber. Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure sind wie Milchsäure im Fleisch vorhanden (Scherer)[137 c].

Kleesäure endlich ist von C. Schmidt im Schleim, von mir in den Muskeln entleberter Frösche aufgefunden worden. Die Leber enthält Milchsäure, die Milz essigsaures Eisenoxyd (von Bibra, Scherer). Die vollendete Verbrennung, wie sie im Thierkörper durch das Athmen bewirkt wird, verwandelt alle jene Säuren in Kohlensäure und Wasser.

Kohlensäure, kohlensaure Salze und Wasser sind in allen Geweben enthalten. Und die Verbrennung, in deren Folge Kohlensäure und Wasser in den Geweben auftreten, geht auch ohne den Einfluß des Blutkreislaufs vor sich. Wenn man vom Körper getrennte Muskeln in gewöhnliche Luft oder in Sauerstoff hängt, dann athmen sie ganz so wie im Körper. Während sonst der Blutstrom den eingeathmeten Sauerstoff in die Gewebe leitet, sind hier die letzteren unmittelbar von Sauerstoff umgeben. Gegen den Sauerstoff tauschen sie Kohlensäure aus (Georg Liebig)[138]. Diese langsame Verbrennung der Gewebe ist das eigentliche Wesen des Athmungsvorgangs, zu dem das Einströmen von Sauerstoff in die Lungen nur die nothwendige Vermittlungsursache darstellt.

In eben dem Grade, in welchem sich die Erzeugnisse der Rückbildung in den Geweben ansammeln, bringen sie in das Blut. Und daher ist auch das Blut mit Fleischstoff und Fleischbasis, mit Harnstoff und Harnsäure, mit

Ameisensäure und Kohlensäure geschwängert. Es hat lange gewährt, bevor man diese Stoffe im Blut aufzufinden vermochte. Nach der Kohlensäure eröffnete der Harnstoff den Reigen. Und als diese Thatsache den Gedanken, daß die Blutwege Bahnen sind, welche die Ausscheidungsstoffe von den Geweben zu den Lungen und Nieren durchlaufen, gehörig erstarkt hatte, da gelang es der verschärften Aufmerksamkeit und vervollkommneten Forschungsweise, sie alle im Blute nachzuweisen.

Schwierig war es, sich von der Anwesenheit jener Auswurfsstoffe im Blut zu überzeugen, eben weil sie nur durch das Blut hindurcheilen. Die Kohlensäure, welche mit dem Blut der rechten Herzkammer den Lungen zuströmt, dringt durch die Doppelwände der Haargefäße und Bläschen der Lungen in den Hohlraum dieser Bläschen hinüber, gerade so wie der Sauerstoff aus den Lungenbläschen in die Haargefäße übergeht. In den Hohlräumen der Lungen, der Luftröhrenäste und des Luftröhrenstamms tauschen sich die vom Blut herstammende Kohlensäure und die eingeathmete Luft des Dampfkreises nach den allgemeinen Gesetzen des Gaswechsels aus. Dazu kommt die Verengerung des Brustkastens durch die Athembewegungen. Eine mit Kohlensäure geschwängerte Luftsäule wird ausgestoßen. Und auf das Ausathmen folgt unmittelbar eine Einathmung; der Brustkasten erweitert sich, sauerstoffreiche Luft ersetzt

die eben entschwundene, welche an Sauerstoff verarmt war, um den ganzen Vorgang neu einzuleiten. Die Lungen sind nur die Wechselbank. Kohlensäure wird an die Außenwelt abgetreten, um sie als Pflanzennahrung mit grünen Halden und Thälern zu schmücken. Sauerstoff wird gegen die Kohlensäure eingetauscht. Das mit Sauerstoff versorgte Blut strömt aus den Lungen nach dem linken Herzen, von hier in alle Gegenden des Körpers, und es beginnt wieder die allseitige Verbrennung, die als Ernährung und Rückbildung die Hauptthätigkeiten des Thierleibes entzündet.

Sowie das Athmen das Blut von einem großen Theil seiner Kohlensäure befreit, so die Absonderung in den Nieren von den Harnbestandtheilen. Die Nieren ziehen den Harnstoff und die Harnsäure, den Fleischstoff und die Fleischbasis an. Sie entfernen dieselben aus dem Blut mit solcher Schnelligkeit, daß die genaueste Prüfung dazu gehörte, sie auf dem Weg durch die Blutbahn zu ereilen.

Die Thätigkeit des Körpers läßt sich messen durch die Menge der Auswurfsstoffe, die er entleert. Je größer die Anstrengung, der die einzelnen Gewebe unterworfen werden, desto rascher zerfallen ihre Bestandtheile in die Stoffe, welche durch das Blut in die Lungen und Nieren gelangen, um als ausgeathmete Luft und Harn der Außenwelt überwiesen zu werden.

Bei kräftig angespannter Thätigkeit sammeln sich schon

in den Geweben die Umwandlungsstoffe der organischen Gewebebildner in größerer Menge an. Die Thätigkeit der Muskeln besteht in der Verkürzung ihrer Fasern, in deren Folge die Knochen wie Hebel bewegt werden. Je mehr nun der Muskel angestrengt wird, desto reicher ist er nach Berzelius an Milchsäure. Der immer thätige Herzmuskel enthält mehr Fleischstoff als das Fleisch in anderen Theilen des Körpers. Und die Vögel, die, wenn man die Zahlen von Scharling und Boussingault mit einander vergleicht, für ein gleiches Körpergewicht in derselben Zeit etwa neunmal soviel Kohlensäure aushauchen als der Mensch [139]), sind unter allen Thieren ausgezeichnet durch den Gehalt an Fleischstoff, den sie in ihren Muskeln führen. Ja, die Fleischsäure hat Liebig namentlich in der Fleischflüssigkeit des Huhns gefunden. Der kräftigen Athmung entspricht ein beschleunigter Umsatz von Eiweiß und Fett. Durch die Menge von Kohlensäure, Wasser und Harnstoff, die der Mensch in einer gegebenen Zeit ausscheidet, wird die Kraft seines Stoffwechsels gemessen. Die Schnelligkeit des Stoffwechsels ist das Maaß des Lebens.

Männer scheiden in derselben Zeit mehr Kohlensäure und mehr Harnstoff aus als Frauen; das ist der strengste Ausdruck ihrer gegenseitigen Leistungsfähigkeit. Kinder entleeren weniger Harnstoff und Kohlensäure als Frauen, und auch im Greisenalter erleidet die Ausscheidung eine

bedeutende Abnahme. Die höchste Kraft des Stoffwechsels fällt in die Zeit zwischen dem dreißigsten und vierzigsten Lebensjahr, welche durchschnittlich das Lebensalter darstellt, in welchem die schaffende Thätigkeit des Menschen ihre höchste Blüthe erreicht.

Nicht bloß Lungen und Nieren, auch Haut und Mastdarm entfernen die Erzeugnisse der Rückbildung.

Mit dem Blut gelangt der eingeathmete Sauerstoff in die Haut. Auch in der Haut wird Kohlensäure gebildet, welche durch die Oberhaut hindurch ebensowohl gegen Sauerstoff der Luft vertauscht wird, wie in den Lungen durch die Wand der Lungenbläschen und Haargefäße. Darum spricht man mit vollem Recht von einer Hautathmung. Während aber beim Lungenathmen dem Raume nach mehr Sauerstoff aufgenommen, als Kohlensäure ausgehaucht wird, so daß der Raum, den die ausgeathmete Luft einnimmt, hinter dem der eingeathmeten an Umfang zurücksteht, scheidet die Haut viel mehr Kohlensäure aus, als sie Sauerstoff durchläßt (Gerlach in Berlin).[140]

In dem Auswurf des Darms finden wir mit den unlöslichen Ueberbleibseln der Speisen, die wir nur als zufällige Bestandtheile des Koths betrachten dürfen, Galle, Darmsaft und Schleim, als Gemenge von Stoffen, die von den Blutbestandtheilen hergeleitet werden müssen. Und da die Galle, der Darmsaft und der Schleim stick-

stoffhaltige Körper führen, so wird auch auf diesem Wege ein Theil der Rückbildungsstoffe der eiweißartigen Blutbestandtheile entleert, die wir sonst, nachdem sie zerfallen sind, vorzugsweise im Harn antreffen. Die ausfallenden Haare, die Oberhaut, die sich abschuppt, in den inneren Höhlen des Körpers so gut wie an der äußeren Oberfläche, die Nägel, die wir abschneiden, vermehren die Ausscheidung in derselben Richtung wie der Harn.

Aber Haut und Darm sind in der Entfernung von Auswurfsstoffen bei weitem nicht so thätig wie Lungen und Nieren. In dem ganzen Gewicht der Ausscheidungen beträgt das des Koths nur etwa ein Vierzehntel oder ein Achtzehntel. Und die Kohlensäure, welche durch die Lungen entweicht, übertrifft die von der Haut ausgeschiedene nach Scharling beinahe um das Dreißigfache, nach Gerlach sogar mehr als neunzigmal.

Der Schwefel und der Phosphor der eiweißartigen Gewebebildner werden zu Schwefelsäure und Phosphorsäure verbrannt. Diese zersetzen das kohlensaure Natron des Bluts. Wir finden sie im Harn als schwefelsaure und phosphorsaure Salze wieder. Daher kommt es, daß bei eiweißreicher thierischer Nahrung nicht nur die Menge des Harnstoffs, sondern auch die der schwefelsauren Salze und der phosphorsauren Erden im Harn sich vermehrt (Lehmann).

Es ist überhaupt bezeichnend, daß die anorganischen

Bestandtheile nicht nur den Gewebebildnern bei der Entwicklung, sondern auch den Auswurfsstoffen bei der Rückbildung folgen. Die Harnsäure wird mit dem Harn nicht etwa als freie Säure, sondern als Natronsalz entleert. Ueberhaupt ist der Harn diejenige Flüssigkeit, mit welcher vorzugsweise die Salze aus dem Körper entfernt werden. Aber auch der Koth, der Schleim und die Horngebilde, Haare, Nägel und Oberhaut scheiden verbrauchte anorganische Stoffe aus, und zwar vorzugsweise die Erdsalze und das Eisen.

Weil nun der Stoffwechsel ein Maaß des Lebens ist, so versteht es sich ganz von selbst, daß nicht nur das kräftigste Einzelwesen den schleunigsten Stoffumsatz zeigen wird, sondern es muß ebenso einer erhöhten Thätigkeit eine schnellere Rückbildung entsprechen. Und so geschieht es. Körperliche Anstrengung vermehrt nicht bloß Schweiß und Harn, sie vermehrt den Harnstoff im Harn und die Kohlensäure, die wir ausathmen. Nach Gerlach's neuesten Versuchen wird von Menschen, die in körperlicher Bewegung begriffen sind, in neun Stunden durch die Haut so viel Kohlensäure ausgeschieden, wie sonst in vierundzwanzig, und bei einem Pferde im Trab ist die Ausscheidung im Vergleich zur Ruhe hundertundsiebzehnfach gesteigert.

Man hat allen Grund, es wörtlich zu nehmen, wenn es von eifrig denkenden Menschen heißt: die Köpfe rauchen.

Vermehrte geistige Arbeit bewirkt so gut eine Steigerung der Eßlust, wie kräftige Bewegung der Muskeln. Eßlust ist nichts weiter als ein durch Empfindung gemessenes Anzeichen von Verarmung des Bluts und der Gewebe. Die Ausscheidung durch Haut und Lungen und Nieren wird durch die Hirnthätigkeit vermehrt, wie durch die Arbeit der Glieder.

Die Bildungsstätte der Auswurfsstoffe ist nach dem Obigen vor allen Dingen in den Geweben zu suchen, deren Thätigkeit durch die langsame Verbrennung der Gewebeathmung bedingt ist. Allein die Rückbildung beginnt schon im Blut. Denn überall, wo im Körper Sauerstoff ist, da ist auch Verbrennung.

Freilich können die Hauptstoffe des Bluts während der verhältnißmäßig kurzen Zeit, welche sie innerhalb der Gefäße verweilen, nicht zu Ausscheidungsstoffen verbrennen. Sie erreichen kaum die Stufe der Gewebebildner; ihre Umwandlung ist für unseren Standpunkt eine fortschreitende Entwicklung.

Aber das Fett erleidet bereits im Blut eine theilweise Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser, zu den Endprodukten des Verfalls. Obgleich im Ganzen weniger Fett als Eiweiß durch die Gefäßwand hindurch in die Gewebe hinüberschwitzt, nimmt doch nach dem Genuß von Eiweiß und Fett die Menge des dem Blut zugeführten Fetts rascher ab, als die des Eiweißes (Thomson). Zum Theil wird

dies erklärt durch die größere Geschwindigkeit, mit welcher das Fett im Vergleich zum Eiweiß die Gefäße verläßt, zu einem anderen Theil ist die Abnahme von einer Verbrennung im Blut herzuleiten. Während der Verdauung ist die Ausathmung der Kohlensäure vermehrt (Vierordt).

Der Branntwein, der Wein, das Bier erleiden im Blut eine Verbrennung. Der Weingeist, den alle jene Getränke enthalten, wird im Blut, wie an der Luft bei einer Wärme von dreißig bis vierzig Grad, erst zu Aldehyd, einem Stoff, welcher durch einen geringeren Gehalt an Sauerstoff von der Essigsäure verschieden ist, dann zu Essigsäure verbrannt (Duchek, Bouchardat und Sandras). Essigbildung beruht auf einer unvollständigen Verbrennung des Weingeistes. Und diese Verbrennung erfolgt im Blut gerade so wie die Verbrennung des Ammoniaks zu Salpetersäure. Durch weitere Verbrennung verwandelt sich die Essigsäure in Kleesäure und Wasser, und die Kleesäure wird vollends zu Kohlensäure verbrannt.[140 a)]

Alle Veränderungen, welche das Blut durch das Athmen erleidet, erklären sich durch Verbrennung und durch Abgabe von Wasser. In Folge der Verbrennung ist in dem Blut der Schlagadern mehr Faserstoff und weniger Fett als in dem Blut der Adern, welches noch nicht geathmet hat. Das Eiweiß des aderlichen Bluts

hat sich durch Aufnahme von Sauerstoff zum Theil in Faserstoff verwandelt, sein Fett ist theilweise zu Kohlensäure und Wasser verbrannt.

In der ausgeathmeten Luft ist im Vergleich zur eingeathmeten nicht nur die Menge der Kohlensäure, sondern auch die des Wassers vermehrt. Das Blut der Adern tritt beim Durchgang durch die Haargefäße der Lunge Wasser an die Luft der Lungenbläschen ab. Deshalb ist das Blut der Lungenschlagader, die das aderliche Blut der Lunge zuführt, reicher an Wasser als das der Lungenadern, die das Blut aus den Lungen in das Herz zurückleiten.

Einer veränderten Mischung entspricht Veränderung der Eigenschaften. Das dunkelblaurothe Blut der Adern wird hellroth durch das Athmen. Das Blut der Weinbergschnecke wird durch die Aufnahme von Sauerstoff blau, durch Kohlensäure farblos.

Wenn das Blut beständig seine Bestandtheile als Gewebebildner an die Werkzeuge des Körpers verausgabt, wenn diese durch die Thätigkeit der Gewebe in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser zerfallen, wenn endlich die Auswurfsstoffe durch die Blutbahn hindurch fortwährend den Lungen und Nieren, der Haut und dem Mastdarm zueilen, um von hier aus dem Körper ausgestoßen zu werden, dann ist es nothwendig, daß Blut und Gewebe durch den regelrechten Vorgang des Lebens

eine Verarmung erleiden, welche nur durch den Ersatz der Nahrung ausgeglichen wird.

Mit einer merkwürdigen Schnelligkeit geht dieser Stoffwechsel vor sich. Die mittlere Lebensdauer hungernder Menschen beträgt vierzehn Tage. Aber in dem Augenblick des Hungertodes hat der Körper der verschiedensten Wirbelthiere vier Zehntel seines ursprünglichen Gewichts verloren. Denkt man sich also, dieser Gewichtsverlust könnte fortdauern, ohne daß der Hungertod einträte, dann würde der Mensch in fünfunddreißig Tagen seinen ganzen Körper verausgabt haben. Denn, wenn man jene vier Zehntel, die im Augenblick des Hungertodes ausgegeben sind, zweiundeinhalbmal nimmt, dann erhält man die Einheit, das heißt, das ganze Körpergewicht. Der Hungertod tritt ein nach vierzehn Tagen, und zweiundeinhalbmal vierzehn giebt fünfunddreißig Tage. Ersetzen wir das Verlorene durch Nahrungsmittel, dann erhält sich der erwachsene Körper beim ursprünglichen Gewicht. Und da bei dem gehörigen Genuß von Speise und Trank der Stoffwechsel viel schneller vor sich geht als bei fastenden Geschöpfen, so ist die Annahme durchaus gerechtfertigt, daß der Körper in zwanzig bis dreißig Tagen den größten Theil seines Stoffs verändert.

Im Sommer verlieren wir in vierundzwanzig Stunden etwa ein Vierzehntel, im Winter sogar ein Zwölftel des Körpergewichts (Barral).

Dieser Verlust wird durch die aufgenommene Nahrung und den eingeathmeten Sauerstoff gedeckt. Denn das Blut geht nicht bloß aus den Nahrungsstoffen, sondern aus Nahrung und Sauerstoff hervor, und dies gilt in noch höherem Grade von den Geweben; die Gewebebildung ist durch die Athmung bedingt.

Gesetzt also, es ginge täglich dem Körper im Winter ein anderes Zwölftel, im Sommer ein anderes Vierzehntel verloren, dann würde der ganze Leib in zwölf bis vierzehn Tagen umgesetzt.

Liebig leitet aus einer anderen Betrachtung dieselbe Lebendigkeit des Stoffwechsels ab. Man fehlt nicht weit, wenn man einem erwachsenen Menschen eine durchschnittliche Blutmenge von vierundzwanzig Pfund zuschreibt. Der Sauerstoff, den wir in vier bis fünf Tagen beim Athmen aufnehmen, reicht hin, um allen Kohlenstoff und Wasserstoff jener vierundzwanzig Pfund Blut zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen [141]). Aber das Blut beträgt etwa ein Fünftel des Gewichts des erwachsenen Körpers [141 a]). Wenn also fünf Tage hinreichen, um das Blut durch den Stoffwechsel zu verausgaben, so muß der ganze Körper in fünfmal fünf oder in fünfundzwanzig Tagen umgesetzt werden. Ich habe mit Marfels gefunden, daß farbige Blutkörperchen des Hammels, die in großer Anzahl in die Bahn des Froschbluts eingedrungen sind, in etwa vierzehn Tagen vollständig aus

demselben verschwinden. Weil nun der Stoffwechsel bei Fröschen langsamer vor sich geht, als bei warmblütigen Thieren, so darf man wohl annehmen, daß die farbigen Blutkörperchen des Menschen in weniger als vierzehn Tagen sämmtlich erneuert werden.

Die Uebereinstimmung in dem Ergebniß, während man von drei verschiedenen Gesichtspunkten ausgeht, ist eine sichere Bürgschaft für die Richtigkeit der Annahme, daß höchstens dreißig Tage erforderlich sind, um dem ganzen Körper eine andere Mischung zu ertheilen. Die sieben Jahre, welche der Volksglaube für jenen Zeitraum ansetzte, sind demnach eine ungeheure Uebertreibung, und Jean Paul dürfte die Zeit, nach welcher Mann und Frau im Ehebruch mit einander leben sollen, weil sie dem Stoff nach nicht mehr dieselben sind, wenn er seinen Scherz der heutigen wissenschaftlichen Erkenntniß anbequemen wollte, getrost auf einen Monat herabsetzen.

So überraschend diese Schnelligkeit auf den ersten Blick auch scheinen möge, so finden sich doch von allen Seiten die Beobachtungen im Einklang. Nach Stahl verlieren Lerchen in einem Tage das Fett, das sich in der Nacht in ihrem Körper entwickelte [142]. Ich habe schon früher in diesen Briefen hervorgehoben, daß die Zellenentwicklung im Blut aus den Stoffen des Speisesafts in sieben bis acht Stunden vor sich geht [104]. Und wer wüßte nicht, wie wenig Tage oft dazu gehören,

einen Menschen durch Abmagerung beinahe unkenntlich zu machen?

Verschiedene Einzelwesen wechseln den Stoff mit verschiedener Schnelligkeit. Ich habe oben die Leistungsfähigkeit bei Männern, Frauen, Greisen und Kindern in ihren verschiedenen Abstufungen darauf zurückgeführt, daß der Mann den Stoff schneller wechselt als die Frau, der Erwachsene schneller als Greise und Kinder. Arbeiter und Denker verändern die Mischung ihres Körpers in kürzerer Zeit als Müßiggänger und Genußsüchtige. Raschlebende Menschen, bei welchen Hoffnung, Leidenschaft und banges Verzagen, das sich ebenso schnell wieder löst in jauchzende Zuversicht, das Blut kräftig bewegen, sind rasch lebend eben durch die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Stoffwechsel in ihrem Körper vollzieht.

Der Aufnahme der Nahrung steht die Aufnahme des Sauerstoffs entgegen, nicht in dem Sinne, daß der Sauerstoff einen Theil der Nahrung als Athemmittel fordert, während der andere Theil der Gewebebildung dienen sollte. Die Nahrung, welche Gewebe bildet und nachher durch den eingeathmeten Sauerstoff allmälig in Auswurfsstoffe zerfällt, ist derselbe Stoff auf verschiedenen Entwicklungsstufen. Durch die Verdauung verwandeln sich die Nahrungsstoffe in Blutbestandtheile, durch Sauerstoff die Körper des Bluts in Gewebebildner, und es ist nur die fortschreitende Einwirkung des Sauerstoffs,

welche in den Geweben die Rückbildung bedingt. Das Wesen der Rückbildung ist die langsame Verbrennung von Fett und Eiweiß, von leimgebendem und federkräftigem Stoff. Endstufen der Verbrennung sind Kohlensäure, Wasser und Harnstoff.

So lange Blutbildung und Ausscheidung sich das Gleichgewicht halten, erleidet der Körper keine Veränderung seines Gesammtvorraths an Stoff. Dieses Gleichgewicht behauptet sich im Stoffwechsel des Erwachsenen. Man kann den Körper eines dreißig- bis vierzigjährigen Mannes viele Tage lang hintereinander wägen, ohne daß sich eine Vermehrung oder Verminderung des Gewichts einstellt, die nicht durch eine unmittelbar vorhergegangene Einnahme oder Ausgabe zu erklären wäre. Ueber mehre Tage vertheilt, wird eine solche Gewichtsveränderung vollkommen ausgeglichen.

Beim Greise wird das Gleichgewicht gestört. Die Verdauung ist nicht mehr so kräftig wie beim Mann in der Blüthe des Lebens. Nach der Verdauung richtet sich sehr bald die Aufnahme von Speise und Trank. Dabei dauert die Einwirkung des Sauerstoffs und die von ihr abhängige Rückbildung der Gewebe fort. In Folge dessen stellt sich zunächst eine Verminderung des Nahrungssafts ein, die nicht nur durch Wägung, sondern durch unmittelbare Beschauung ermittelt werden kann. Theile, die, wie der Augapfel, viele Flüssigkeit enthalten,

sind im hohen Alter weniger prall gefüllt; die Hornhaut wird flach; vorher bestehende Kurzsichtigkeit nimmt in Folge dessen mit den Jahren ab oder kann wohl gar in ihr Gegentheil umschlagen. Die Knochen des Greises haben einen Theil ihrer Federkraft eingebüßt, weil sie im Wassergehalt dem Erwachsenen nachstehen (Fremy). [142 a)]

Und weil die Verbrennung die organischen Stoffe trifft und die anorganischen Bestandtheile im Ganzen weniger schnell als die Summe von Eiweiß und Fett den Körper verlassen, so sammeln sich verhältnißmäßig die Salze, zumal die erdigen, in den Geweben an. Die Knochen werden reicher an Kalk und zerbrechlich, die Wände der Gefäße und ihre Klappen verknöchern.

Wenn die Neubildung der Rückbildung nachsteht, dann ist das Schwinden der Gewebe eine unausbleibliche Folge. Es schwindet der Unterkiefer, was sich durch das spitze Kinn der alten Leute verräth. Das Fett unter der Haut erleidet eine beträchtliche Abnahme; daher runzelt sich die nun zu weite Haut an Stirn und Händen. Den dünnen Muskeln fehlt es an Spannkraft, sie vermögen das Rückgrat nicht mehr zu strecken, lassen den Kopf vornüber sinken, und wir bewundern bei kräftigen Greisen den aufrechten sicheren Gang als eine Seltenheit. Die Stimmbänder werden trockener; sie verlieren an Geschmeidigkeit und Federkraft; die Stimme wird rauh und klanglos oder fein und krächzend. Von dem fünfzigsten

Jahre an vermindert sich auch das Gewicht des Hirns (Peacock).[143])

Nach Böcker's Untersuchungen sind während des Schlafs, wenn man denselben mit dem wachen Zustand unter übrigens ganz gleichen Bedingungen vergleicht, die Ausscheidungen vermehrt und zu derselben Zeit die Umbildung des Hirns gesteigert[143 a]). Beim Säugling, der mehr schläft als wacht, muß also die Entwicklung der Gewebe befördert werden, um so mehr da Rückbildung und Anbildung beide ihren letzten Grund in der Einwirkung des Sauerstoffs erkennen. Der Schlaf erwiese sich sonach nicht wie man früher wegen verminderter Aushauchung von Kohlensäure annahm, mittelbar nützlich durch geringeren Verlust, sondern unmittelbar durch erhöhte Entwicklung. Beim Greise, der so häufig durch Schlaflosigkeit geplagt wird, muß umgekehrt die Neubildung leiden. Und da man trotz Böcker's Arbeit immer noch annehmen darf, daß eine ruhig durchschlafene Nacht von einem kleineren Gewichtsverlust begleitet ist, als eine unruhig durchwachte, so trägt beim Greise alles dazu bei, das Mißverhältniß zwischen Blutbildung und Rückbildung zu steigern. Mit dem Stoff schwindet die Kraft. Sanft nahet das Ende. Der Tod ist Entkräftung in Folge der Verarmung an Stoff.

Dreizehnter Brief.

Rückbildung in der Pflanze.

Was im Thierleib aus der Rückbildung hervorgeht, sammelt sich zum Theil in hohlen Behältern des Körpers, in der Harnblase, den Lungen, der Gallenblase, und wird dann von hier aus durch Harnröhre, Luftröhre und Darm, zum Theil unmittelbar durch die Haut aus dem Körper entfernt. Die Auswurfsstoffe stehen sammt und sonders auf der letzten Stufe des Verfalls.

Die Hauptmenge der von den Pflanzen ausgeschiedenen Körper besteht aus dem Sauerstoff, den alle grünen Theile im Licht so reichlich aushauchen. Allein während die Kohlensäure, die das Thier ausathmet, ein Endglied der Rückbildung darstellt, ist der von der Pflanze ausgeschiedene Sauerstoff entschieden ein Erzeugniß der Entwicklung.

Faßt man die ganze organische Natur, die Welt der Pflanzen und Thiere gleichmäßig in's Auge, dann ist die

Entwicklung des Stoffs von den äußersten Grenzen der einfachsten Verbindungen bis hinauf zu den Blutbestandtheilen der Thiere auf eine Verarmung an Sauerstoff gegründet. Von der Blutbildung an schlägt die Entfaltung des Stoffs durch Verminderung des Sauerstoffgehalts in Verbrennung, also in eine Aufnahme von Sauerstoff um. Aber alsbald verwandelt sich auch die Entwicklung in Rückbildung.

Kohlensäure und Wasser liefern der Pflanze die Hauptbaustoffe ihres Leibes. Von diesen beiden einfachen Verbindungen enthält aber schon das Wasser allein so viel Sauerstoff, wie im Verhältniß zum Wasserstoff in den verbreitetsten Bestandtheilen der Pflanzen vorhanden ist.

Zellstoff ist der Körper, der, abgesehen vom Wasser, das die Pflanzentheile durchdringt, die Masse des Leibes der Pflanzenwelt darstellt, von den aus wenigen aneinander gereihten Zellen bestehenden Pilzen an bis hinauf in Tannen und Eichen. Der Zellstoff ist eine Verbindung von Kohlenstoff mit Wasserstoff und Sauerstoff, die letzteren beiden genau in dem Verhältniß enthaltend, in welchem sie Wasser bilden. Um dies übersichtlicher auszudrücken, hat man sogar häufig den Zellstoff als eine Verbindung von Kohlenstoff mit Wasser bezeichnet, jedoch mit Unrecht, weil nichts dafür spricht, daß jener Wasserstoff und Sauerstoff als Wasser in dem Zellstoff bestehen. Gewiß ist nur, daß der Zellstoff aus Kohlensäure und

Wasser gebildet wird, und daß das Wasser allein mit der für Zellstoff erforderlichen Wasserstoffmenge so viel Sauerstoff liefert, wie der Zusammensetzung des Zellstoffs entspricht. Allein die Kohlensäure enthält noch weit mehr Sauerstoff als das Wasser. Ein Theil des Sauerstoffgehaltes im Zellstoff wird jedenfalls durch Sauerstoff der Kohlensäure gedeckt. Es entsteht also ein beträchtlicher Ueberfluß an Sauerstoff.

Wasser allein enthält bereits so viel, und Kohlensäure weit mehr Sauerstoff als im Zellstoff vorhanden ist, der sich aus Kohlensäure und Wasser entwickelt. Deshalb kann Zellstoff aus Kohlensäure und Wasser nicht gebildet werden, ohne daß eine ansehnliche Sauerstoffmenge frei wird. Von der Kohlensäure und dem Wasser, die Antheil haben an der Bildung des Zellstoffs, werden aller Kohlenstoff und aller Wasserstoff gebunden, in der Pflanze festgelegt, wie man sich ausdrückt, während von dem Gewicht des Sauerstoffs, das die Summe der Kohlensäure und des Wassers enthielt, mehr als zwei Drittel frei gemacht und von der Pflanze ausgehaucht werden.

Stärkmehl und Gummi, Zucker und Pflanzenschleim haben alle mit dem Zellstoff das Wesentliche gemein, daß sie nicht mehr Sauerstoff enthalten, als das Wasser, dessen Wasserstoff in ihre Mischung eingeht, der Pflanze zu liefern im Stande wäre. Gleichviel also, welcher von diesen Körpern zuerst im Pflanzenleib aus Kohlensäure

und Wasser entwickelt wird, ob Gummi *), ob Zellstoff oder Stärkmehl, Ausscheidung von Sauerstoff, und zwar eine sehr reichliche, ist die durchaus erforderliche Bedingung ihrer Entwicklung. Indem die Pflanze Kohlensäure und Wasser in Zellstoff, Gummi, Stärkmehl verwandelt, scheidet sie Sauerstoff aus.

Alte Zellwände sind aber nicht bloß aus Zellstoff, sondern außerdem aus äußeren Schichten von Holzstoffen zusammengesetzt, die durch und um den Zellstoff gelagert sind. Die Holzstoffe sind spätere Entwicklungsstufen des Zellstoffs. Ihr Sauerstoffgehalt steht dem des Zellstoffs nach. Aus Zellstoff können die Holzstoffe nicht hervorgehen, ohne daß von Neuem Sauerstoff frei wird.

Noch ärmer an Sauerstoff ist der Kork, der so häufig die Wände der Zellen zusammensetzt, welche die Oberhaut überziehen. Die Kartoffeln sind von mehren Schichten überdeckt, deren Zellen aus Kork bestehen. Ebenso sind die zartesten Pflanzenhaare und die Dornen gar häufig mit einer dünnen Korkschichte belegt. Wenn man die harte Schaale des Kerns unserer Steinfrüchte mit Salpetersäure kocht, dann trennen sich die Zellen von einander, die vorher durch eine Korkschichte zusammengekittet waren. Der Kork wird durch die sauerstoffreiche Salpetersäure auf verschiedene Verbrennungsstufen

---

*) Dextrin.

übergeführt, zuletzt in Korksäure und Bernsteinsäure verwandelt und dabei aufgelöst (Mitscherlich)[144]. Weil nun der Kork sehr viel weniger Sauerstoff führt, als dem Verhältniß entspricht, in welchem dieser mit Wasserstoff Wasser bildet[145], so kann hinwiederum der Kork aus Zellstoff nur entstehen durch eine Entbindung von Sauerstoff.

Wenn die Wiese grünt, die Palme ihre breite Blätterkrone entfaltet, das Holz der Eichen sich härtet, wenn die Kartoffel ihre Schaale bildet, in der Entstehung des Pfirsichkernes und beim Altern des Waldes, immer wird der Stoff an Sauerstoff verarmt, der die Oberfläche der Pflanze erreicht, um im Lichte ausgehaucht zu werden.

Zellstoff, Gummi und Stärkmehl, Kork und Holzstoffe bilden ohne Widerrede die größere Hälfte der festen Bestandtheile des Pflanzenreichs. Wenn man die Pflanzenwelt häufig vorzugsweise als die des Wachsthums, als das wachsende Reich bezeichnet, so darf man den Hauptgrund dieses Wachsthums suchen in einer Lockerung des Sauerstoffs aus seinem Verbande mit Kohlenstoff und Wasserstoff, welche mit einer Ausscheidung desselben endigt.

Neben der Bildung von Zellstoff und Kork geht die von Fett und Wachs einher. Aber schon das Fett ist außerordentlich viel ärmer an Sauerstoff, als Zellstoff oder Stärkmehl, das Wachs noch viel ärmer als Fett.

So lange die öligen Samen unreif sind, führen sie einen bedeutenden Stärkmehlgehalt, der bei der Reife immer mehr den Fetten weicht, um endlich spurlos zu verschwinden. Der Farbstoff, welcher alle grünen Theile schmückt, ist reichlich mit einem Wachse vermischt, das zu den sauerstoffärmsten Körpern des Pflanzenleibs gehört. Dieses Wachs verdankt dem Stärkmehl seinen Ursprung (Mulder). Im Zuckerrohr verwandelt sich Zucker in Wachs.

Wenn aber Zucker und Stärkmehl das Fett und das Wachs im Reichthum an Sauerstoff bedeutend übertreffen, so ist auch diese Entfaltung des Stoffs in der Pflanze an Sauerstoffverarmung geknüpft. Bildung von Fett und Wachs ist nicht möglich ohne Ausscheidung von Sauerstoff.

Im Lichte wird der Sauerstoff entwickelt. Darum kann sich das Stärkmehl, das sich durch Abgabe von Sauerstoff in Fett und Wachs verwandelt, nur in inneren Pflanzentheilen behaupten. Die Wurzel führt mehr Stärkmehl als der Stamm, das Mark des Stengels mehr als die Oberfläche. Fackeldisteln enthalten im Innern ihres Marks die größten Stärkekörner. Das Stärkmehl schwindet im Licht. Zwiebelschuppen verlieren ihr Stärkmehl, wenn sie dem Lichte ausgesetzt werden. Die Korkzellen, welche die äußere Oberfläche der Pflanzen überziehen, enthalten nach Mitscherlich kein Stärkmehl, wohl aber Wachs. Es ist die stoffliche Gewalt des Lichts, welche unsere glänzendsten Früchte an ihrer

äußersten Oberfläche mit Wachs bekleidet und Pflaumen und Pfirsiche mit ihrem duftigen Reif überzieht.

Zellstoff und Stärkmehl, Gummi und Holzstoffe, Kork und Fett und Wachs, alle sind sie Entwicklungsglieder in der Organisirung der Materie. Die Entwicklung ist von einer kräftigen Sauerstoffausscheidung vergesellschaftet. Beweis genug, daß die Ausscheidung in der Pflanze durchaus nicht mit Nothwendigkeit an Rückbildung geknüpft ist. Der ausgeschiedene Sauerstoff ist ein Erzeugniß der höchsten Entwicklung.

Und doch ist in der Pflanze eine Rückbildung vorhanden. Aber ein großer Theil der Stoffe, die auf den untersten Stufen der rückschreitenden Bewegung stehen, bleiben im Leib der Pflanze eingeschlossen.

Blüthen und Keime, und in der Nacht alle Theile des Pflanzenkörpers nehmen Sauerstoff auf. Die langsame Verbrennung, welche im Thierkörper die Rückbildung bedingt, fehlt auch der Pflanze nicht.

In dem Harz der Nadelhölzer ist eine Säure enthalten, die wir durch ein kräftiges Verbrennungsmittel, durch Salpetersäure aus Fettsäuren gewinnen können. Dessaignes hat durch Verbrennung der Buttersäure, d. h. durch Behandlung dieser Fettsäure mit Salpetersäure, Bernsteinsäure gewonnen [146]). Dieselbe Säure, die wir zuerst im Harze vorweltlicher Nadelhölzer, in dem Bernstein, kennen lernten, wird in noch jetzt lebenden

Pflanzen durch Aufnahme von Sauerstoff gebildet. Darum findet sich die Bernsteinsäure vorzugsweise in den äußeren Theilen der Pflanzen, auf welche der Sauerstoff leicht einwirkt, mit Harzen untermischt.

Benzoesäure, die im Oel des Spindelbaumes*) vorkommt [147]), wird durch Verbrennung aus flüchtigen Oelen, die Zimmtsäure des Perubalsams auf demselben Wege aus dem Zimmtöl erhalten. Eine eigenthümliche Säure des Thees**) und eine andere des Kaffees***) gehen durch eine schwache Verbrennung aus Gerbsäure hervor. Derselbe Vorgang kann nach Piria den Spargelstoff†) in Aepfelsäure verwandeln. Spargelstoff und Aepfelsäure kommen neben einander in den Kartoffeln vor.

Der grüne Farbstoff der Pflanzen ist ein stickstoffhaltiger Körper, der so viel Sauerstoff enthält, daß er aus den eiweißartigen Stoffen nur durch Verbrennung hervorgehen kann. Im Herbst verwandelt sich das Grün in Gelb durch den vom Licht erregten Sauerstoff.

In der Färberröthe ist eine gelbe Flüssigkeit enthalten, die erst durch Einwirkung der Luft in den rothen Farbstoff des Krapps verwandelt wird.

---

*) Evonymus europaeus.

**) Die Boheasäure.

***) Die Viridinsäure.

†) Asparagin.

Ebenso wird der blaßgelbe Farbstoff des Blauholzes roth durch Aufnahme des Sauerstoffs der Luft.

Nur im Licht kann der Sauerstoff seinen Einfluß vollkommen entfalten (Schönbein). Daher erglüht die Farbe durch Licht und Luft.

Aber wie die Farbe, so ist der Geruch durch Licht und Sauerstoff bedingt. Die flüchtigen Oele, denen die Pflanzen ihren Geruch verdanken, entwickeln diese Eigenschaft erst an der Luft. Und je nachdem das Licht den Sauerstoff erregt, wird auch die Art des Geruchs nach Schönbein's lehrreichen Versuchen verschieden [148]. Wer wüßte nicht, wie wechselnd uns die Pflanzenwelt berührt, je nachdem wir bei einer grellen Morgenbeleuchtung oder im Schatten eines wolkigen Himmels ihre lieblichen Düfte einsaugen?

Die Verbrennung, welche den Geruch der flüchtigen Oele bethätigt, ist jedoch nur der Anfang einer Verwandlung, die, wenn sie weiter schreitet, die Riechstoffbildner der Pflanzen in Harze überführt. Bei weitem die größere Anzahl der Harze sind Verbrennungsstufen der flüchtigen Oele.

Während die Harze zu einem großen Theil durch die Rinde der Bäume ausschwitzen und also förmlich ausgeschieden werden, ist ein anderer Theil in wandungslosen Kanälen, den sogenannten Harzgängen, eingeschlossen, ohne sich an dem Leben der Pflanze zu betheiligen.

Säuren und Basen, die zu den organischen Stoffen gehören, finden sich in der Pflanze sehr gewöhnlich in eigenen Höhlen, gleichsam abgeschieden von dem Stoffwechsel, durch welchen die Zellen ringsumher mit einander in dem lebendigsten Verkehre stehen. Kleesaurer und weinsaurer Kalk finden sich besonders häufig in Zellen alter Fackeldisteln abgelagert, sie bilden Krystalle, welche dem Wechsel der in organisirten Formen auftretenden Stoffe entzogen sind.

Krystallinische organische Stoffe sind im Gegensatz zu den organisirten gleichsam zur Ruhe gekommen. Das rastlose Leben, welches die Menge des Eiweißes in jungen Zellen beständig vermindert, ihren Zellstoff in Holzstoffe und Kork, ihr Stärkmehl in Fett und Wachs verwandelt, schreitet an diesen Krystallen vorbei, die in ihrer Abgeschiedenheit als todter Rückstand der wechselvollen Thätigkeit in der Pflanze aufbewahrt werden.

Darum ist es so bezeichnend für die Stelle, welche die hierher gehörigen Stoffe im Pflanzenleben einnehmen, daß Säuren und Basen, manche Harze und Farbstoffe die Fähigkeit besitzen, Krystallform anzunehmen.

So lange der organische Stoff als Gewebebildner auftritt, ist er weder sauer noch basisch, es fehlt ihm der scharf ausgeprägte chemische Charakter, welcher Säuren und Basen neben ihrer Krystallisationsfähigkeit auszeichnet. Der Faserstoff in den Muskeln, das Eiweiß alter

Zellwände der Pflanzen, Zellstoff und Kork sind weder sauer noch basisch. Kohlensäure, Fleischbasis und Harnsäure sind dagegen mit den chemischen Merkmalen begabt, nach welchen sie als Säuren oder Basen benannt werden durften. Man kennt die Kohlensäure und die Fleischbasis wie die Harnsäure in krystallinischem Zustand.

Die meisten Stoffe, die Krystallform annehmen können und zugleich durch deutlich ausgeprägte saure oder basische Eigenschaften eine runde, chemisch abgeschlossene Verfassung durch eine geringere Beweglichkeit ihrer kleinsten Theilchen an den Tag legen, stehen an der Grenze des organischen Stoffwechsels, sie sind Stufen des Verfalls.

Ein großer Theil dieser Stoffe geht in der Pflanze wie im Thier aus der Einwirkung des Sauerstoffs auf die Gewebebildner hervor. Andere entstehen als sauerstoffarme oder wohl gar sauerstofffreie Körper neben Erzeugnissen, die allen Sauerstoff, der die Rückbildung bewirkte, für sich in Anspruch nehmen. Es könnte z. B. aus fetten Säuren ein sauerstofffreies flüchtiges Oel neben der sauerstoffreicheren Bernsteinsäure gebildet werden.

So wären denn Säuren und Basen, Farbstoffe, Harze und flüchtige Oele Erzeugnisse der Rückbildung in der Pflanze, wie im Thier die Kohlensäure und die Fleischbasis, die Harnsäure, der Harnstoff und der Fleischstoff. Wie diese können sie in der Pflanze in überaus wechselnder Menge vorhanden sein, ja sie können je nach den

äußeren Umständen auch wohl ganz fehlen. Als Erzeugnisse der Rückbildung sind sie Folgen des Lebens, ohne deshalb immer als nothwendige Bedingung desselben betrachtet werden zu können.

Vielen Thieren, die nur von Pflanzen leben, fehlt die Harnsäure im Harn. So fehlt in den Kartoffeln die Kartoffelbasis*), wenn jene im Acker eine hinlängliche Menge anderer Basen vorfinden, während im Keller keimende Knollen mit dem giftigen Kartoffelstoff geschwängert werden. In dem Schierling der asiatischen Steppen fehlt, unzweifelhaft aus ähnlichen Gründen, die Schierlingsbasis**). Die Basen der Chinarinde***) können durch Kalk, eine Säure des Mohnsafts †) kann durch Schwefelsäure vertreten werden. Kalk und Schwefelsäure gelangen als Nahrungsstoff in die Pflanze. Durch die Nahrung also werden die Rückbildungsstoffe verändert, ganz ebenso wie reichliche Pflanzenkost im Harn von Menschen und Thieren statt der gewöhnlichen Harnsäure Pferdeharnsäure ††) erzeugt und die saure Beschaffenheit der ausgeschiedenen Flüssigkeit einer alkalischen weichen macht.

---

*) Solanin.

**) Coniin.

***) Chinin und Cinchonin.

†) Mekonsäure.

††) Hippursäure.

Es ist eine Folge der scharf ausgeprägten chemischen Merkmale, der rund abgeschlossenen Verfassung der Stoffe, die der Rückbildung angehören, daß die Kunst des Chemikers sie leichter nachahmt, als die mit beweglicheren Theilchen versehenen organisationsfähigen Stoffe, die wir als die vorzüglichsten Gewebebildner kennen.

Von Liebig's schöner Forschung über den Harn war schon früher die Rede. Es gehört zu den besten Früchten jener fruchtbaren Arbeit, daß Liebig mit Wöhler die Möglichkeit entdeckte, den Harnstoff darzustellen ohne Hülfe eines lebenden Thiers. Dies gelang durch Vermischung von schwefelsaurem Ammoniak mit cyansaurem Kali. Ammoniak verbindet sich mit der Cyansäure zu Harnstoff, während nebenher schwefelsaures Kali gebildet wird.

In dem stinkenden Gänsefuß *) ist nach Dessaignes eine organische Basis enthalten, die ich nach diesem Vorkommen Gänsefußbasis **) nennen will [149]). Wicke und Wittstein berichten das Vorkommen derselben Verbindung in den Knospen und Blüthen der Birnen, des Weißdorns und der Vogelbeeren ***) [149 a]). Aber diese

*) Chenopodium Vulvaria.

**) Propylamin.

***) Pyrus communis, Crataegus Oxyacantha, C. monogyna, Sorbus aucuparia.

Basis gehört zu der Reihe von Alkaloiden, welche Wurtz in einer genialen Untersuchung über die zusammengesetzten Ammoniakarten mit Hülfe von Kali aus cyansauren Aetherverbindungen darstellen lehrte. Man hatte die chemische Verfassung der Gänsefußbasis erkannt, den Weg gefunden, sie künstlich zu bereiten, ja Wertheim hatte sie durch Destillation einer Basis des Mohnsaftes *) wirklich dargestellt, bevor man sie in einer lebenden Pflanze aufgefunden hatte. Darum ist es von weit höherer als bloß ortbeschreibender Bedeutung, daß Dessaignes diesen Stoff im stinkenden Gänsefuß und Wittstein vorzüglich in den Knospen von Pflanzen, die zur Familie der Aepfelbäume gehören, wirklich dargethan haben.

So ist es in neuerer Zeit Hofmann, einem Forscher, der ein nahe verwandtes Feld ebenso glücklich anbaut wie Wurtz, gelungen, unter künstlichen Basen, die er aus Alkoholarten bereitet, einen Stoff zu gewinnen, der in den Gewichtsverhältnissen seines Stickstoffs, Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs mit dem wichtigsten Chinastoff **) übereinstimmt [150]. Obgleich hiermit noch kein Chinastoff dargestellt ist, so liegt doch wieder eine Thatsache vor, die uns beweist, daß die innere Verfassung von Basen und Säuren wegen ihrer chemischen Artbestimmt-

---

*) Des Narkotins.

**) Chinin.

heit unter den organischen Körpern verhältnißmäßig leicht zu erforschen ist.

Und wenn Schweizer in der neuesten Zeit mit Bestimmtheit nachwies, daß das Oel des Spindelbaums die früher so oft ohne hinlängliche Beweismittel im Pflanzenreich verkündigte Essigsäure enthält [151]), so faßt es der Physiologe mit doppelter Freude auf, daß man nach Kolbe's Entdeckung Chlorkohlenstoff in Chloressigsäure und diese in Essigsäure verwandeln kann. Wir sind also im Stande, jene Säure des Spindelbaums aus rein anorganischen Stoffen künstlich darzustellen.

Kurz, es ist bis heute für die Erzeugnisse der Rückbildung bezeichnend, daß ihre scharf ausgeprägte chemische Beschaffenheit es dem Chemiker erleichtert, einen tieferen Blick in das Geheimniß ihrer Verfassung zu werfen. Wenn die Hoffnung nicht zu kühn ist — und ich theile sie aus vollem Herzen —, daß wir dereinst im Stande sein werden, Eiweiß darzustellen [152]), also den Stoff, der auf dem Gipfel organischer Mischung steht, so dürfen wir gewiß erwarten, daß die Kunst, die Stoffe des Verfalls organischer Wesen zu bereiten, zu jenem Ziele die Vorschule sein wird.

Wo wir die Blicke hinwenden, wenn wir das rastlose, und man darf es wohl dankbar sagen, das geistvolle Treiben in der organischen Chemie verfolgen, begegnen wir Umwandlungskünsten in der Werkstatt des

Chemikers, die uns zu jeder Hoffnung berechtigen. Die Physiologen waren noch in der Freude befangen, daß man durch zweckmäßige Verbrennung der eiweißartigen Körper die ganze Reihe der flüchtigen Fettsäuren gewinnen kann [153]), da lehrte uns Deville Terpenthinöl in Citronenöl, und Hlasiwetz Senföl in Salbeiöl, Stinkasandöl in Senföl verwandeln. [154])

Aus Holzgeist und einer Säure, die wir aus der Weidenrinde gewinnen, ist nach Cahours das liebliche flüchtige Oel des kanadischen Thees *) zusammengesetzt [155]). Schon ist man so weit, in den duftigsten Früchten Verbindungen von Aetherarten mit organischen Säuren vermuthen zu dürfen. In den Quittenschaalen findet sich wahrscheinlich derselbe Aether, der in allen Weinen vorkommt und nach einer neuen Untersuchung von Delffs aus Rosenkrautsäure und Aether besteht **) [156]). Noch ein Schritt weiter, und es gelingt dem Scheidekünstler, entlegene Stoffe zusammenbindend, den würzigen Duft schmackhafter Früchte mit Retorten und Weingeistlampen hervorzuzaubern. — Seit diese Worte geschrieben worden, ist das Wissen bereits aus der Werkstatt der Scheidekünstler in die Küche der Zuckerbäcker gewandelt.

---

*) Gaultheria procumbens. Das Oel ist nach Cahours salicylsaures Methyloxyd.

**) Pelargonsaures (früher önanthsaures) Aethyloxyd.

Der rosenkrautsaure Aether wird als sogenanntes Traubenöl verwendet, und Verbindungen von Essigsäure, Baldriansäure und Buttersäure mit Amyloxyd, einem ätherähnlichen, aber kohlenstoffreicheren Körper, ertheilen unserem Zuckerwerk die liebliche Würze von Birnen, Aepfeln und Ananasfrüchten. [156 a])

Im Angesicht der obigen Betrachtungen, von welchen die eine die andere beleuchtet und ergänzt, scheint mir die Annahme nicht erschlichen, daß Basen und Säuren, flüchtige Oele und Aetherarten, Farbstoffe und Harze in der Pflanze auf verschiedenen Stufen der Rückbildung stehen.

Diese Ansicht wird von Liebig für die Säuren bekämpft. Nach Liebig ist der Stoff auf der Stufe der Pflanzensäuren nicht im Zerfallen, sondern im Aufbau begriffen. Indem die Kohlensäure allmälig ärmer wird an Sauerstoff, sollen erst Kleesäure, dann Weinsäure, Aepfelsäure, Citronensäure, zuletzt aus den Säuren Zucker entstehen [157]). Wenn aber die Früchte reifen, dann ist es nicht ihre Säure, die sich in Zucker verwandelt, denn neben dem Zucker nimmt auch die Säure zu (Bérard). Die Frucht wird nichtsdestoweniger süß, weil sich die Menge des Zuckers verhältnißmäßig stärker vermehrt, so zwar, daß der Zucker die Säuren einhüllt. Es ist oben mitgetheilt worden, daß in der Pflanze Nachts eine langsame Verbrennung deutlich

wird, indem eine Aufnahme von Sauerstoff und Aushauchung von Kohlensäure stattfindet. Um so bezeichnender ist es, daß die Blätter einiger Pflanzen *), welche um die Mittagszeit gar keinen und Abends einen bitteren Geschmack hatten, Morgens mit einem scharf sauren Geschmack versehen sind [157 a]. Hieran schließt sich die lehrreiche Thatsache, daß in unreifen Trauben die sauerstoffärmere Aepfelsäure der sauerstoffreicheren Weinsäure vorangeht (Schwarz). [157 b]

Betrachtet man Säuren und Basen, Farbstoffe und Aetherarten, flüchtige Oele und Harze als Erzeugnisse des rückbildenden Stoffwechsels, dann ergiebt sich hier ein neuer Unterschied, der in einer sehr bezeichnenden Weise die Pflanzen den Thieren gegenüberstellt. Während das Thier alle Stoffe des Verfalls so rasch ausscheidet, daß man Mühe hat, dieselben zu ereilen auf der großen Heerstraße des Bluts, die sie alle durchwandern, entwickelt und bewahrt die Pflanze Riechstoffe und Farbstoffe in der Blüthe ihres Lebens, und wir finden Säuren, Basen und Harze in Zellen bleibend abgelagert, an welchen kaum noch eine Lebensthätigkeit wahrzunehmen ist. Eine der Dammsäure ähnliche Säure **) findet sich in den herbstlichen Blättern und nach Mulder

---

*) Cacalia ficoïdes, Cotyledon calycina.

**) Ulminsäure.

im harten Holze des Kerns der Steinfrüchte. Diese Säure ist sonst nur Erzeugniß der Verwesung und gehört auch in der Pflanze unstreitig der Rückbildung an.

Es herrscht überhaupt bei der Pflanze ein viel weniger feindlicher Gegensatz zwischen den Bestandtheilen der Gewebe und den Erzeugnissen des Verfalls, zwischen Leben und Verwesung, als beim Thiere. Lange trägt der Baum innerhalb der herbstlichen Blätter schwarzbraune Stoffe der Dammerde mit sich, bevor das fallende Laub seine Bestandtheile der Muttererde zur vollständigen Verwesung und zugleich zur neuen Nahrung der Wurzeln überantwortet.

Der Unterschied zwischen den pflanzlichen Stoffen der Rückbildung und der Kohlensäure und dem Harnstoff des Thiers ist jedoch nicht damit erschöpft, daß diese Auswurfsstoffe sind, während jene in der Pflanze verweilen. Die fraglichen Körper sind auch der Art nach verschieden, sie sind verschieden durch Entwicklung und Zusammensetzung. Und dieser Unterschied läßt sich mit Einem Worte bezeichnen: Die Einwirkung des Sauerstoffs ist bei der Bildung der pflanzlichen Stoffe viel weniger thätig, als bei der Verbrennung der thierischen Gewebe zu Kohlensäure und Harnstoff. Viele flüchtige Oele enthalten gar keinen Sauerstoff, manche Basen und Farbstoffe verhältnißmäßig wenig, und selbst der sauerstoffreichste Körper, der unter den Pflanzensäuren auftritt, die Kleesäure, enthält nur drei Viertel so viel Sauerstoff wie die

im Thierkörper so reichlich entstehende Kohlensäure. Um so wichtiger bleibt es, daß gerade die sauerstoffreichsten Verbindungen unter den Körpern gefunden werden, welche ich hier für die rückbildende Thätigkeit der Pflanze in Anspruch nehme. Die Kleesäure besitzt den höchsten Sauerstoffgehalt unter allen Stoffen, die in der Pflanze entstehen, und der grüne Farbstoff der Blätter gehört unter den stickstoffhaltigen Verbindungen zu den sauerstoffreichsten, die man in dem lebenden Pflanzenleib gefunden hat.

Man hat schon oft und aus guten Gründen gekämpft gegen die übertriebene Sucht, im Leben der Pflanze entsprechende Erscheinungen aus der Thierwelt zu finden, und namentlich Schleiden hat uns in dieser Hinsicht von vielen unglücklichen Vorstellungen befreit. Nach den obigen Betrachtungen darf es wohl noch einmal hervorgehoben werden, daß auch im Stoffwechsel höchst bezeichnende Unterschiede auftreten. Was vom Thiere ausgeschieden wird, sind Stoffe der Rückbildung; der Sauerstoff, den die Pflanze so reichlich aushaucht, ist im Gegentheil ein Erzeugniß der Entwicklung. Und während das Thier die Säuren und Basen, und die zwischen beiden stehenden gleichgültigen Stoffe, die aus dem Verfall seiner Gewebe hervorgingen, in sehr kurzer Zeit aus seinem Körper ausstößt, sehen wir die Pflanze eine ganze Reihe von Verbindungen, die in ähnlicher Weise einer rückbildenden Thätigkeit ihre Entstehung verdanken, in ihrem Leibe aufbewahren.

Wer die Pflanzenwelt mit lebenslustigen Augen anschaut, muß diesen Stoffen der Rückbildung eine ganz besondere Theilnahme abgewinnen. Wir finden unter denselben die Würzen, die den Gaumen reizen, die Düfte, an denen sich der Riechnerve und die Erinnerung ergötzen, die Farbenpracht, die unser Auge entzückt. Wie viele Speisen verdanken einer kleinen Menge Zimmtöl oder Gewürznelkenöl eine Verbesserung des Geschmacks, zu dessen Genuß schon der Geruch uns einladet, während weniger als ein Quentchen Farbstoff dazu gehört, die Blätter einer mäßig großen Linde mit dem saftigsten Grün zu schmücken.

Gewiß, wir dürfen uns nicht wundern, daß Mistkäfer und Thiere höherer Ordnung Aas und Auswurf verzehren, daß die ganze Pflanzenwelt lebt von den Ausscheidungen der Thiere, da wir uns selbst ergötzen an dem, was durch das Leben der Pflanzen untergegangen ist und mit Harn und Koth dieselbe Bedeutung hat.

Ohne die allgemein verbreiteten Bestandtheile der Pflanzen, ohne ihr Eiweiß und Stärkmehl, ihren Zellstoff und Gummi, wäre unser Leben nicht möglich. Ein großer Theil der lieblichsten Sinnenreize haftet auf den niedrigsten Entwicklungsstufen pflanzlichen Lebens. Und wenn wir kränkeln, heilen wir uns mit den in der Pflanze verweilenden Erzeugnissen der Rückbildung.

Kein Theil der Chemie hat dem Heilkünstler größeren Nutzen gebracht, als die genauere Erforschung des in den

Pflanzen angesammelten Koths. Wenn wir in vielen Fällen statt der Chinarinde nur einen Bestandtheil derselben, den Chinastoff geben, ersparen wir dem Kranken nicht nur die Verdauung vieler nutzloser Stoffe, sondern wir sind auch im Stande, mit genau bekannten Gewichtsmengen auf den Körper einzuwirken, während in demselben Gewicht der Rinde sehr wechselnde Mengen des wirksamen Stoffs vorhanden sind. Mohnsaft kann schwach wirken und kräftig, wenn ich aber den wirksamen Stoff des Mohnsafts abscheide und ihn wäge, dann bin ich meiner Wirkung insoweit gewiß, als sie eben von diesem Stoffe abhängig ist. Und nur durch Wägung des Arzneimittels lassen sich sichere Erfahrungen gewinnen. Vor vielen Jahren hat uns Bretonneau gelehrt, daß Eine große Gabe des Chinastoffs Wechselfieber rascher und billiger heilt, als viele kleine Gaben. Eine solche Erfahrung war mit der ungetheilten Chinarinde kaum möglich.

Der Koth des Chinabaums heilt kranke Menschen, und Schiffe kalfatert man mit Harzen. Genuß und Heilung und Verkehr, sie alle werden gefördert durch die Rückbildung der Pflanzen, wie das Leben dieser durch den Auswurf der Thiere.

Obgleich die Pflanze zum Theil ausscheidet, was aus Entwicklung hervorging, und aufbewahrt, was in rückschreitender Bewegung des Stoffwechsels begriffen ist, fehlt es doch nicht an Stoffen, die, zugleich der Rückbildung

und der Ausscheidung angehörend, als wahre Auswurfsstoffe der Pflanze betrachtet werden müssen.

Zunächst wird ein Theil der oben besprochenen Erzeugnisse der Rückbildung wirklich ausgeschieden. Die riechstoffbildenden Oele, einzelne Basen, wie die des Schierlings, des stinkenden Gänsefußes und der Birnblüthen, die Ameisensäure der Brennesseln und Wachholderbeeren sind flüchtig und können deshalb unter Umständen von der Oberfläche der Pflanze entweichen. Ich sage unter Umständen, weil die flüchtigen Basen und Säuren in der Pflanze verbleiben, wenn jene durch ihre Verbindung mit Säuren, diese durch Basen festgelegt sind. Wenn wir den balsamischen Geruch unserer Blumenbeete einschlürfen, athmen wir wahre Auswurfsstoffe der Pflanzen ein.

Ausgeschieden wird ferner ein ansehnlicher Theil des verdunstenden Wassers, und zwar namentlich an der unteren Fläche der Blätter. Nach Garreau's Versuchen wird manchmal von der unteren Fläche der Blätter ebensoviel, öfters aber dreimal, in seltneren Fällen sogar fünfmal soviel Wasser verdunstet, als von der oberen Fläche entweicht. Es ist dies offenbar darin begründet, daß die obere Fläche der Blätter, die dem Lichte zugekehrt ist, weit mehr Wachs zu enthalten pflegt, als die untere. Von den Adern der Blätter und von allen anderen Gegenden der Oberhaut, die weniger mit Wachs getränkt sind, wird auch weniger Wasser ausgehaucht. Wachs

verändert, wo es reichlich zugegen ist, die Oberhaut in eine für Wasserdampf schwer durchdringliche Schichte. [158])

Neuere Versuche haben es vollends bestätigt, daß Draper mit Recht den Pflanzen eine Stickstoffausscheidung zuschreibt (Cloëz und Gratiolet, Ad. und W. Knop. [69])

Diese Stickstoffausscheidung wird uns auf der Stelle begreiflich, wenn wir die Zusammensetzung des Ammoniaks mit der der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen vergleichen. Im Verhältniß zum Wasserstoff enthält das Ammoniak viel mehr Stickstoff als die eiweißartigen Stoffe. Und da wir die stickstoffhaltigen Pflanzenbasen zum Theil gewiß von den Eiweißkörpern der Pflanze herleiten dürfen, so verdient es alle Beachtung, daß wieder die eiweißartigen Bestandtheile im Vergleich zum Wasserstoffgehalt eine weit größere Stickstoffmenge führen, als die meisten Pflanzenbasen. Die Basen der Chinarinde und des Mohnsafts liefern hierfür die sprechendsten Beispiele. Demnach darf ein Theil des Stickstoffs, den die Pflanzen ausscheiden, der Umwandlung von Ammoniak und Kohlensäure in Eiweiß, von Eiweiß in Chinabasen oder Mohnsaftbasen zugeschrieben werden. Kaffeestoff und Kakaostoff unterscheiden sich dagegen von den übrigen Basen dadurch, daß sie im Verhältniß zum Wasserstoff mehr Stickstoff enthalten, als die eiweißartigen Körper der Pflanze.

Wenn aber die Pflanze Stickstoff ausscheidet und Wasser, so fehlt unter ihren Auswurfsstoffen auch die Kohlensäure nicht. Es war längst bekannt, daß sich der Vorgang, durch den die Pflanzen wachsen im Licht, der Austausch von Sauerstoff gegen Kohlensäure, in der Nacht umkehrt, so daß Sauerstoff aufgenommen und Kohlensäure ausgeschieden wird. Aber diese Umkehr beginnt schon im Schatten eines wolkigen Himmels und in der Dämmerung [74]). Ebenso erfolgt sie im keimenden Samen und in der samenerzeugenden Blüthe.

Da, wo in der Pflanze der Gipfel des Lebens liegt, in Keim und Blüthe, da erreicht auch die Bewegung des Stoffs ihre höchste Geschwindigkeit. Wenn in der Pflanze, in der alle Thätigkeit sich einigt zur Entbindung von Sauerstoff, die Theile, an welche die höchste Leistung des Pflanzenlebens, die Fortpflanzung der Gattung geknüpft ist, eine Verbrennung zeigen, welche zu derselben Endstufe führt, wie die Athmung im Thier, dann ist fürwehr auch in der grünenden und blühenden Welt der Gedanke ausgeprägt, daß die höchsten Lebenskeime in Rückbildung und Untergang zu finden sind, daß unverbrüchlich die kräftigste Thätigkeit die schnellste Abnützung voraussetzt.

Vierzehnter Brief.

Die Wärme von Pflanzen und Thieren.

In einem ihrer schönsten Romane*) erzählt George Sand, daß es eine den Ochsenhirten sehr bekannte Art giebt, trotz der Kühle der Nacht gesund unter freiem Himmel zu schlafen. Man läßt auf einer Wiese einen behaglich gelagerten Ochsen aufstehen und legt sich an dessen Stelle. Fühlt man sich nach einiger Zeit kalt und feucht, so braucht man nur einen andern Ochsen von seinem Lager zu vertreiben. Die Stätte, an welcher ein solches Thier einige Stunden lang geruht hat, ist immer vollkommen trocken und besitzt eine angenehme, heilsame Wärme.

Es ist dies eine an kalten Wintermorgen sehr bekannte Anwendung des Satzes, daß Menschen und Thieren eine Wärmequelle innewohnt, welche von den umgebenden Mitteln bis zu sehr weiten Grenzen unabhängig ist.

---

*) Le péché de M. Antoine.

Obgleich Liebig mit Unrecht behauptet, „daß in „allen Klimaten, in der gemäßigten Zone sowohl, wie „am Aequator oder an den Polen, die Temperatur des „Menschen so wie die aller sogenannten warmblütigen „Thiere niemals wechselt"[159]), so ist es doch unbestreitbar, daß die Wärme von Menschen und Thieren sich innerhalb so enger Grenzen verändert, daß sich der Eindruck des Himmelsstrichs beinahe ganz verwischt.

An allen oberflächlichen Stellen des menschlichen Körpers beträgt die Wärme durchschnittlich vierunddreißig bis fünfunddreißig Grad des hunderttheiligen Thermometers, während sie in den inneren Theilen, in der Mundhöhle zum Beispiel, bei Wind und Wetter, im Winter wie im Sommer auf siebenunddreißig Grad steigt. In Westindien ist die Wärme nach John Davy's zahlreichen Messungen um etwas mehr als einen halben Grad erhöht.[160])

Da nun die inneren Theile unseres Körpers, auch wenn es draußen friert, wenn wir nur in Bewegung bleiben, siebenunddreißig Grad Wärme besitzen, so ist es klar, daß wir Wärme erzeugen. Es fragt sich wie?

Wer den Grund der Bildung und des Zerfallens der Gewebe kennt, ist dadurch mit der Hauptquelle der thierischen Wärme vertraut. Eiweiß verwandelt sich in den Stoff der Muskeln, der leimgebenden Gewebe und der Horngebilde durch Aufnahme von Sauerstoff. Eiweiß,

Faserstoff, leimgebende Gewebe und Horngebilde nehmen wiederum Sauerstoff auf, indem sie sich umbilden in Fleischstoff und Fleischbasis, in Harnoxydul *) und Harnsäure. Durch Verbindung mit Sauerstoff zerfallen alle diese Stoffe in Harnstoff und Kohlensäure, die Fette in Kohlensäure und Wasser.

Harnstoff, Kohlensäure und Wasser sind die Enderzeugnisse des thierischen Lebens, sie sind die höchsten Verbrennungsstufen, welche der Stoff ersteigt, nachdem er die Gewebe gebildet hat. Aber die Gewebebildung aus dem Blut ist selbst, soweit sich die eiweißartigen Körper daran betheiligen, als eine Verbrennung zu betrachten.

Also Knochen und Knorpel, Muskeln und Häute gehen ebenso wie der Harn und die ausgeathmete Luft aus einer Verbrennung im Thierkörper hervor. Nachdem man so viele Verbrennungsvorgänge im Körper erkannt hatte, lag es gewiß sehr nahe, die ganze Wärme, die im Thiere entwickelt wird, auf Rechnung der Verbrennung zu schreiben.

Um zu entscheiden, ob wirklich die ganze Wärme, welche von Thieren erzeugt wird, der Verbrennung ihren Ursprung verdankt, war eine Rechnung nöthig. Man kannte die Wärme, die frei wird, wenn ein gegebenes

---

*) Hypoxanthin.

Gewicht von Kohlenstoff verbrennt. Es ließ sich ferner die Menge der Kohlensäure bestimmen, die ein Thier in einer gegebenen Zeit ausathmet, und die Wärme, die es einem anderen Körper, zum Beispiel dem Wasser, während dieser Zeit mittheilt. Ist nun die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure groß genug, um bei der bekannten Verbrennungswärme des Kohlenstoffs die in einem gegebenen Zeitraum entwickelte Wärme des Thiers zu erklären, so schloß man weiter, dann wird diese ausschließlich von der Verbrennung herrühren.

Der Grundfehler, der bei dieser Rechnung von zwei berühmten französischen Forschern, von Dulong und Despretz, und merkwürdiger Weise in neuester Zeit noch von Liebig gemacht wurde, ist der, daß man sich denkt, der Kohlenstoff der Speisen verbrenne im Thierkörper als Kohlenstoff, und es müsse dabei „ebensoviel „Wärme entwickelt werden, als wenn er in der Luft oder „im Sauerstoff direkt verbrannt worden wäre" [161]). Es ist aber nicht Kohlenstoff oder Wasserstoff, was in unserm Körper und in dem der Thiere verbrennt, sondern es sind sehr zusammengesetzte Verbindungen des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, die immer Sauerstoff und oft auch noch Stickstoff enthalten. Je reicher nun eine solche Verbindung von vornherein an Sauerstoff ist, desto weniger Sauerstoff braucht sie aufzunehmen, um zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen. Kohlensäure und Wasser kön-

nen von Eiweiß, von Fett, von Zucker herstammen. Von welchem Stoff die ausgeathmete Kohlensäure in dem gegebenen Falle wirklich herzuleiten ist, wissen wir nicht. Es ist überdies erwiesen, daß neben Kohlensäure und Wasser auch Harnstoff aus der Verbrennung der eiweißartigen Körper hervorging. Deshalb können wir, selbst wenn wir den Sauerstoff gewogen haben, den ein Thier bei seiner Athmung verzehrt, niemals bestimmen, wie viel Sauerstoff zur Erzeugung der Kohlensäure im Thierkörper wirklich verbraucht wurde. Keine Rechnung kann bis heute ergründen, wie viel Wärme jene Kohlensäure bei ihrer Entstehung wirklich freigemacht hat.

Wenn ein Gewebebildner gänzlich zerlegt ist in Harnstoff, in Kohlensäure und Wasser, dann ist die Sauerstoffaufnahme, welche den Zerfall bedingte, offenbar verschieden, je nach der Menge des Sauerstoffs, die der Bestandtheil des Gewebes schon vorher enthielt. Die leimgebende Grundlage der Knochen braucht hierzu weniger Sauerstoff als der Faserstoff, der Faserstoff weniger als Eiweiß, weil unter diesen Stoffen der Bestandtheil der Knochen am meisten, das Eiweiß am wenigsten Sauerstoff besitzt. Folglich ist die Wärmeentwicklung verschieden, welche gleiche Gewichte von Kohlensäure voraussetzen, je nachdem dieses Erzeugniß der Verbrennung auf Leim oder auf Eiweiß zurückgeführt werden muß. Und deshalb ist es klar, daß es durchaus unrichtig ist, wenn

Liebig behauptet, „der einzige Unterschied sei der, daß „die erzeugte Wärmemenge sich auf ungleiche Zeiten ver„theilt.“ 161)

In der Kohlensäure, die wir ausathmen, ist nicht bloß von außen zugeführter, nicht bloß eingeathmeter Sauerstoff enthalten, sondern auch ein Theil des Sauerstoffs, der im Zucker, im Eiweiß, im Fett schon vor der Verbrennung vorhanden war. Dieser letztere Sauerstoff hat im Körper keine Wärme erzeugt. Wir können im einzelnen Fall seine Menge nicht bestimmen, und darum entfällt jeder Maaßstab der Rechnung unseren unsicheren Händen.

Wir haben sogar Grund, zu behaupten, daß zusammengesetzte organische Körper, die keinen Sauerstoff enthalten, bei ihrer Verbrennung weniger Wärme entwikkeln, als der Verbrennungswärme ihres Kohlenstoffs und Wasserstoffs entspricht. So fand man es für Sumpfgas, für Terpenthinöl und Citronenöl, die alle keinen Sauerstoff enthalten (Favre und Silbermann).

Aus der Menge von Kohlensäure und Wasser, welche Thiere liefern, glaubten Dulong und Despretz sieben bis neun Zehntel der erzeugten Wärme erklären zu können. Es folgt aus dem Obigen, daß dieses Ergebniß der Rechnung nicht zuverlässig sein kann. Die Zahlen sind zu hoch, weil der Sauerstoff, der schon vorher neben Kohlenstoff und Wasserstoff in den verbrannten Gewebe-

bildnern vorhanden war, nicht in Rechnung gebracht ist, nicht in Rechnung gebracht werden kann.

Sauerstoff trifft im menschlichen Körper mit gar verschiedenen Stoffen zusammen. Den Alkohol verbrennt er zu Aldehyd und Wasser, das Aldehyd zu Essigsäure, die Essigsäure nachher zu Kleesäure und Wasser, die Kleesäure zu Kohlensäure. Das Ammoniak verbrennt er zu Salpetersäure, die Harnsäure zu Kohlensäure und Harnstoff. Wie kann man also glauben, daß die hervorgebrachte Wärme erkannt wird in derjenigen, welche man erhalten würde, „wenn man eine der ausgemittelten Kohlensäure und dem „verschwundenen Sauerstoff entsprechende Menge Sauer„stoffgas durch Verbrennung von Kohlenstoff und Wasser„stoff in demselben in ebensoviel Kohlensäure und Wasser „übergeführt hätte?“ [162]) Ich frage, wie kann man es, nachdem es feststeht, daß eben jener verschwundene Sauerstoff nur zum Theil in der ausgeschiedenen Kohlensäure und im ausgehauchten Wasser vorhanden ist?

Eine unvergängliche geschichtliche Bedeutung gebührt den Versuchen von Dulong und Despretz nur deshalb, weil sie gelehrt haben, daß wohl die größere Hälfte der vom Thier entwickelten Wärme als Verbrennungswärme betrachtet werden darf. Wenn man mehr aus denselben folgert, wenn man alle Eigenwärme des Thierkörpers der Verbrennung zuschreibt und wie Liebig „die „Frage nach dem Ursprung der thierischen Wärme damit in

„befriedigender Weise gelöst“ [162]) glaubt, dann verstümmelt man die ewige Sprache der Versuche und verschüttet den Weg der Forschung gerade da, wo der in richtigen Grenzen anerkannte Versuch neue Geheimnisse zu entschleiern versprach.

Also wohl zum größten Theil, aber nicht ganz ausschließlich dürfen wir in der eigenen Wärme des thierischen Körpers Verbrennungswärme sehen. Der Antheil, welcher der Verbrennungswärme gehört, hat indeß die Naturforscher auf die rechte Spur geleitet. Wir suchen die Wärmequelle des Körpers nicht mehr in einer geheimsinnigen Nervenwirkung, mit der sich gar keine bestimmte Vorstellung verbinden läßt. Neben der Verbrennung sind andere chemische Vorgänge thätig, die, weil sie beständig im Flusse sind, einen nichts weniger als unerheblichen Beitrag liefern.

So oft sich eine Basis mit einer Säure verbindet, wird nach den schönen Untersuchungen von Andrews Wärme frei. Die Menge der entwickelten Wärme hängt dabei von der Art der Basis, nicht von der Art der Säure ab. Nur dann, wenn ein Salz eine Säure enthält, welche die Basis nicht vollkommen sättigt, wenn also die Basis im Salze vorherrscht, dann wird auf's Neue Wärme frei, falls man die schwächere Säure durch eine stärkere, die Basis vollkommen sättigende vertreibt. In diesem Fall äußert also auch die Art der Säure einen Einfluß. [163])

Kohlensaures Natron ist ein Salz des Thierkörpers, in welchem die Basis vorherrscht. Das Salz ist durch eine basische oder alkalische Beschaffenheit ausgezeichnet, weil die Kohlensäure das Natron nicht vollkommen sättigt. Wird nun die Kohlensäure aus dem Salze verjagt durch Milchsäure, oder Harnsäure, oder Fleischsäure*), kurz durch irgend eine stärkere Säure, dann wird auf's Neue Wärme frei. Man könnte für die Kohlensäure den Zweifel erheben, ob sie als flüchtige Säure, wenn sie aus dem Natronsalze ausgetrieben wird, nicht Wärme bände, eben weil sie in den flüchtigen Zustand überginge. Die Wärme, die hierbei gebunden wird, wäre möglicher Weise gleich groß oder gar größer als die, welche frei wird durch die Verbindung der stärkeren Säure mit dem Natron. Allein man darf nicht vergessen, daß jene Zersetzung nicht an der Luft, sondern in Flüssigkeiten des Körpers vor sich geht. Die Kohlensäure kann also nicht flüchtig entweichen, sie wird vielmehr vom Wasser verschluckt. Wenn aber Wasser Kohlensäure verschluckt, dann nimmt es einen höheren Wärmegrad an (Henry). Die Zerlegung von kohlensaurem Natron durch Milchsäure, Harnsäure, Fleischsäure oder durch die Phosphorsäure, welche aus der Verbrennung des Phosphors eiweißartiger Körper hervorgeht, ist demnach eine wesentliche Quelle von Wärme.

---

*) Inosinsäure.

In ähnlicher Weise wird Wärme frei bei der Umwandlung eines gewöhnlichen Mittelsalzes in ein basisches Salz, das heißt in ein solches, in welchem die Basis nicht bloß den Eigenschaften, sondern auch der Menge nach über die Säure vorherrscht. Ein solches Salz ist das gewöhnliche phosphorsaure Natron. Dasselbe enthält im Vergleich zur kräftigen Phosphorsäure so viel Natron, daß dieses der Verbindung sein Gepräge aufdrückt, während im kohlensauren Natron die Menge der schwachen Kohlensäure überwiegen kann, und dennoch das kräftige Alkali sich in der basischen Beschaffenheit des Salzes verräth.

Eiweißartige Stoffe, die Schwefel und Phosphor enthalten, verbrennen im Thierleib. Ihr Schwefel wird in Schwefelsäure, ihr Phosphor in Phosphorsäure übergeführt. Die neu entstandenen Säuren verbinden sich mit Alkalien. Und diese Wärmequelle wird mit einer zweiten vermehrt, indem die Phosphorsäure basische Salze bildet, Salze, in welchen das Natron, das Kali der Menge nach vorherrschen.

Alle organischen Gewebebildner liefern auf der Endstufe ihrer Verbrennung Kohlensäure. Auch diese Kohlensäure wird zum Theil als solche von den Flüssigkeiten des Körpers verschluckt, und dadurch Wärme entwickelt.

Benetzung fester Formbestandtheile, Tränkung der Gewebe mit Wasser, mit wässerigen Lösungen, ist einer

der stetigsten Vorgänge im Körper. Während durch die äußeren Häute des Auges Wasser verdunstet, wird unablässig von den inneren Theilen des Auges her Wasser aus dem Blut bezogen. Dieses Wasser gelangt auch in die äußeren Häute, in die durchsichtige und die undurchsichtige Hornhaut. Ja, die Durchsichtigkeit, welche den vorderen Abschnitt der äußeren Augenhaut von dem hinteren größeren unterscheidet, ist sogar lediglich bedingt durch den Unterschied im Wassergehalt jener beiden Häute (Chevreul).[164]

Jede Benetzung ist aber von einer Wärmeentwicklung begleitet. Der Theil, der sich benetzt, verdichtet das Wasser in seinen kleinsten Hohlräumen. Bei der Verdichtung wird Wärme frei (Pouillet und Regnault).

Beinahe jede Bewegung, die in unmeßbaren Entfernungen im Körper vor sich geht, ist zugleich eine Quelle von Wärme. Und ebenso wie wir die eigene Wärme des thierischen Körpers auf stoffliche Vorgänge zurückzuführen vermögen, so ist es auch mit der Pflanze gestellt.

Auch die Pflanzen haben ihre Eigenwärme, die nur in der Regel der Beobachtung entgeht, weil die Pflanzen durch Verdunstung so viel Wärme verlieren.

Von allen Vorgängen, die wir oben als Quellen thierischer Wärme kennen lernten, fehlt der Pflanze wohl keiner ganz. Auch in der Pflanze geht eine Verbrennung vor sich, als deren Endglied die Kohlensäure auftritt. Säuren verbinden sich mit Basen, Mittelsalze verwan-

deln sich in basische, Kohlensäure wird verschluckt, Wasser, das durch die Wurzel aufsteigt, verdichtet.

Zu allen diesen Wärmequellen gesellt sich noch eine sehr wichtige, die Verdichtung des Kohlenstoffs. Es ist Jedermann bekannt, daß Wärme frei wird, wenn sich Wasserdampf in tropfbar flüssiges Wasser, wenn ferner Wasser sich in Eis verwandelt. Die Kohlensäure der Luft ist nur deshalb die Hauptnahrung der Pflanzen, weil ihr Kohlenstoff in die Mischung der allgemein verbreiteten Pflanzenbestandtheile eingeht, weil er festgelegt wird in Zellstoff und Kork, in Zucker und Holzstoffen, in Stärkmehl und Wachs. Bei dieser Festlegung ereignet sich die Verdichtung eines luftförmigen Körpers. Gasförmige Kohlensäure und tropfbar flüssiges Wasser verdichten sich zu Stärkmehl und Zellstoff.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, diese Verdichtung ist in der Pflanze als Wärmequelle viel bedeutender, als die Verbrennung. Sie erzeugt die Hauptwärme der Pflanze, wie die Verbrennung die des Thiers. Und sie erlangt durch diesen Vergleich eine ganz besondere Wichtigkeit, weil das treibende Leben der Pflanze auf dem Gegentheil der Verbrennung, auf der Sauerstoffverarmung beruht.

Wärme ist also überall eine Folge des Lebens, in Pflanzen und Thieren. Sie ist eine Folge gerade der Thätigkeit, welche die unerläßliche Triebfeder für alles

organische Leben ist. Wärme ist eine Folge und ein Ausdruck des Stoffwechsels.

Bei der allerdings unberechenbaren Wichtigkeit, die wir somit der Eigenwärme beilegen müssen, ist es wenig zu verwundern, daß auch hier die Neigung auftaucht, jede große Bewegung in den Vorgängen des Lebens in die für kurzsichtige Augen gesteckten Grenzen einer Zweckbestimmung einzupferchen. Da giebt es Naturforscher, die sprechen von einem Werkzeug des Untergangs und der Neubildung der Blutkörperchen, andere nennen die Gefäße, in welchen zersetzte Gewebebildner enthalten sind *), Abzugskanäle der Schlacke des Körpers, noch andere sagen, die Speisesaftgefäße**) seien ausschließlich da, um aus dem Darme die Fette aufzunehmen. Es gehört ganz in diesen Kreis einer Anschauung, welche, nicht zufrieden mit der Diesseitigkeit, die Dinge nicht um ihrer selbst willen betrachtet, nicht aus sich selbst zu erklären sucht, wenn Liebig den thierischen Körper einen „Apparat von Wärmeerzeugung" nennt.[165]

Entsprechend der Eintheilung in Athemmittel und Nährmittel hat Liebig die Gruppen der Wärme erzeugenden und der Gewebe bildenden Nahrungsstoffe aufgestellt. „Die Natur", sagt Liebig, „hat die stick-

---

*) Die Lymphgefäße.

**) Chylusgefäße.

„stofffreien Nahrungsmittel (Nahrungsstoffe) zur Unter-
„haltung der Wärmequelle bestimmt"[166]). Nach Liebig
„giebt die oberflächlichste Beobachtung zu erkennen, daß
„die Elemente der plastischen (stickstoffhaltigen) Nah-
„rungsstoffe an der Hervorbringung der täglich erzeugten
„Wärmemenge nur einen sehr untergeordneten Antheil
„haben konnten."[167])

Gewiß ist keine tiefgehende Kenntniß erforderlich, um dennoch gründlich einzusehen, daß die Grenzmauer, welche Liebig zwischen den von ihm aufgestellten Klassen als Scheidewand aufgeführt hat, allüberall durchlöchert ist. Es ist mehr als ein Irrthum, es ist grundfalsch, wenn Liebig immer und immer die ausgehauchte Kohlensäure und das ausgeschiedene Wasser mit den Fetten und Fettbildnern in Zusammenhang bringt, während es ausgemacht ist, daß auch die Eiweißkörper neben Harnstoff Kohlensäure und Wasser liefern. Es ist ferner einseitig, wenn Liebig die erzeugte Wärme ausschließlich mißt an Kohlensäure und Wasser, die wir entleeren, während dieselbe ebenso durch die Gewebebildung und durch die Erzeugung von Harnstoff gemessen wird. Eiweiß kann sich nicht in den Knochenleim gebenden Stoff, und dieser nicht in Harnstoff verwandeln, ohne daß Wärme frei wird. Und es handelt sich hierbei keineswegs bloß um einen Unterschied der Zeit[161]), sondern ebenso wesentlich um einen Unterschied des Stoffs.

Man kann es nicht oft genug wiederholen, nicht die Menge des Sauerstoffs [167]), die wir einathmen, nicht die Menge der Kohlensäure und des Wassers, die wir ausathmen [161]), ist ein erschöpfendes Maaß der Wärmequelle im Thierkörper. Sie könnte es selbst dann nicht sein, wenn man Liebig's unrichtige Ansicht theilen wollte, daß „die Frage nach dem Ursprung der thierischen Wärme" durch die Verbrennung im Thierleib „in befriedigender Weise gelöst" sei [162]). Verbrauchter Sauerstoff und erzeugte Kohlensäure entsprechen sehr verschiedenen Wärmemengen, je nachdem es Zucker war oder Fett, Eiweiß oder Knochenleim, die mit dem Sauerstoff Kohlensäure und Wasser bildeten.

Ich nannte die Scheidewand zwischen Liebig's Klassen durchbrechen. Oder ist sie es nicht, wenn Liebig selbst den stickstoffhaltigen Nahrungsstoffen, die den wärmeerzeugenden gegenüber stehen sollen, zugleich wenigstens „einen untergeordneten Antheil an der Wärmeerzeugung" [167]) zuschreibt?

Es ist eine der einfachsten Regeln des Denkens, daß bei einer Eintheilung derselbe Stoff nicht in zwei verschiedene Abtheilungen darf untergebracht werden können. Und ein Fehler gegen diese Regel wird nie und nimmermehr dadurch gut gemacht, daß Liebig selbst sagt, das Fleisch sei ein Nährmittel und zugleich ein Athemmittel, wenngleich ein schlechtes; es sei denn, daß Liebig auch

die Eintheilung und mit der Eintheilung die sinnlosen Namen fallen läßt. Wenn einige seiner Schüler die Namen dadurch zu vertheidigen versuchen, daß sie an den uralten Brauch erinnern, der nach den Haupteigenschaften die Namen wählt, so ist dagegen nur zu sagen, daß an Namen wahrlich kein Bedürfniß war, nachdem Prout die Wissenschaft in das richtige Geleise geführt hatte. Man hat vielmehr das Geistreiche der Eintheilung ausposaunt und eine tiefe Wahrheit darin erkennen wollen, und es ist dies, schülerhaft genug, sogar von solchen geschehen, die zur Einsicht gelangt waren, daß die Eintheilung eben als Eintheilung nicht stichhaltig ist, weil sie in der That weder ausschließt, noch erschöpft.

Liebig sagt, „daß die verbrennlichen Elemente der „stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe bei Weitem nicht hin„reichen, um den in das Blut übergegangenen Sauer„stoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln“ [168]). Ganz richtig. Folgt aber daraus, daß sie nicht Kohlensäure und Wasser liefern? Es ist derselbe Schluß, wie wenn es heißt, die organischen Stoffe der Dammerde reichen nicht hin, um den Pflanzen ihren Kohlenstoff zu liefern, also nehmen die Pflanzen keine organischen Stoffe aus der Dammerde auf. [169])

„Unter allen organischen Substanzen gehören die „plastischen (stickstoffhaltigen) Bestandtheile der Nahrung „zu denen, welche die Eigenschaft der Verbrennlichkeit

„und Wärmeentwicklung im allergeringsten Grade be„sitzen“ [170]. Auch diese Wendung Liebig's hält nicht Stich. Die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe sind insofern wenig verbrennlich, als sie viel Sauerstoff erfordern, um wirklich zu verbrennen. Wenn sie aber dazu kommen, viel Sauerstoff aufzunehmen, dann ist ihre Wärmeentwicklung nicht geringer als bei Fett und Zucker. Die Fleischfresser stehen den Pflanzenfressern hinsichtlich der Eigenwärme keineswegs nach [171]. Aber wir wissen auch durch die klassischen Untersuchungen von Dulong, von Despretz, von Regnault und Reiset, daß für ein gleiches Gewicht ausgeathmeter Kohlensäure viel mehr Sauerstoff von Fleischfressern als von Pflanzenfressern verbraucht wird. [172]

Fleischfresser entwickeln trotz der größeren Sauerstoffmenge, die sie verzehren, nicht mehr Wärme als Pflanzenfresser, weil die Erzeugnisse der Verbrennung bei den eiweißartigen Körpern, Harnstoff, Kohlensäure und Wasser, bei ihrer Entstehung eine geringere Verbrennungswärme lieferten. Fleischfresser erzeugen trotz der weniger verbrennlichen Kost nicht weniger Wärme als Pflanzenfresser, weil der geringeren Verbrennlichkeit eine größere Menge verschwindenden Sauerstoffs das Gleichgewicht hält.

[Wie oft wird man die Geschichte von Galilei, der das Wasser im luftleeren Raum aufsteigen ließ, damit kein leerer Raum bleibe, noch erzählen müssen [173], bevor

jener Tand von Zweckmäßigkeits-Vorstellungen und die falschen Eintheilungen, die sie im Gefolge haben, aus der Wissenschaft verschwinden? Ich hielt es für Pflicht, Liebig's Eintheilung in wärmeerzeugende und nährende Stoffe mit allen Mitteln zu bekämpfen, weil es sich nicht bloß handelt um eine Ansicht, die für die Wissenschaft nicht den allermindesten Werth hat, sondern um eine durchaus verkehrte Anschauung, welche das Wesen der Begriffe: Ernährung, Athmung, Eigenwärme, verdunkelt und entstellt. Ich werde nicht aufhören, die sinnlosen Namen: Athemmittel und Nährmittel, zu bekämpfen, so lange Liebig selbst, im Widerspruch mit sich selber, sich ihrer bedient, so lange er Jünger findet, die sie nachschreiben.

Der Vergleich des Thierkörpers mit einem Ofen[174]), dessen Brennstoffe die Speisen sind, ist nicht nur hinkend, er ist, streng genommen, widersinnig. Beim Thier verbrennt nach und nach der ganze Körper, der Ofen aber verbrennt nicht. Beim Ofen verbrennt nur der Brennstoff, beim Thier die Speise und die Wand, welche sie umschließt. Die Wärme des Ofens ist kein Maaß für seine Thätigkeit, der Ofen ist ein todter Behälter. Der Stoffwechsel dagegen, der das Leben fristet, in dem das ganze Leben aufgeht, wird durch die Eigenwärme gemessen.

Wärme ist nicht bloß eine Folge, sie ist innerhalb bestimmter Grenzen auch ein Maaß des Lebens.

Bei fastenden Menschen und Thieren ist Stoffwechsel vorhanden, so lange das Leben fortdauert. Denn bis zum Eintreten des Hungertodes wird Sauerstoff aufgenommen, der die Gewebe zu Auswurfsstoffen verbrennt. Es wird Sauerstoff eingewechselt gegen Kohlensäure, Wasser und Harnstoff. Aber nur Sauerstoff, keine Nahrung. In Folge dessen stockt die Blutbildung, die Verwandlung des Bluts in Gewebe verzögert sich und hierdurch wird auch die Rückbildung verlangsamt. Hungernde Menschen athmen weniger Kohlensäure aus, wie sie weniger Harnstoff entleeren. Die Menge des stickstoffhaltigen Harnstoffs, die von einem Fastenden ausgeschieden wird, ist nicht größer, als die in derselben Zeit von einem Menschen gelieferte, der nur stickstofffreie Nahrung zu sich nimmt (Frerichs).[175]) Der Stoffwechsel ist verzögert, und da die Wärme eine Folge des Stoffwechsels darstellt, so ist auch diese herabgedrückt. Bei Säugethieren und Vögeln hat die Wärme des Körpers im Augenblick des Hungertodes um mehr als sechszehn Grad abgenommen (Chossat).

Während eines ruhigen Schlafs bei der Nacht muß weniger ausgeschieden werden als an einem arbeitsam verlebten Tage. In der Ruhe und um Mitternacht wird weniger Wärme erzeugt. Der Wärmegrad folgt der Bewegung des Stoffwechsels.

Das Umgekehrte von Hunger und Ruhe sind kräftige

Kost und flinke Arbeit. Eine Maus, die wegen ihres kleinen Körpers viel mehr Wärme ausstrahlt, weil im Vergleich zu großen Thieren die Oberfläche im Verhältniß zum Körperinhalt größer ist, steht nach den Messungen von Hunter und Pallas im Wärmegrad ihres Körpers dem Menschen nicht nach[171]), weil sie für gleiches Körpergewicht in gleichen Zeiten ungefähr achtmal soviel Nahrung aufnimmt, als der Mensch[176]). Durch die reichliche Nahrung wird der kleine Körper befähigt, dem Verlust entsprechend, mehr Wärme zu erzeugen.

Anhaltende Bewegung steigert nach Davy die Wärme des Körpers, wie sie nach Vierordt, Lassaigne und Gerlach die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure erhöht. Und wenn wir durch von Bärensprung's genaue Messungen wissen, daß die höchste Wärme im menschlichen Körper um die elfte Vormittagsstunde vorhanden ist[177]), so denken wir gewiß mit Recht an die größere Lebhaftigkeit, welche die Frische des Morgens in dem Getümmel der Kinder und in den Leistungen Erwachsener hervorruft.

Wärme entspricht der Leistung des Arms und des Hirns. Helmholtz hat uns gelehrt, daß selbst die kleinen Froschmuskeln durch ihre Zusammenziehung meßbar an Wärme zunehmen, wenn auch nicht ganz um ein Fünftel Grad. Das Denken erhöht nach Davy[160]) die Wärme ebenso gut, wie es allbekannt ist, daß es

Hunger erweckt. In den angestrengten Nachtwachen, in denen das Hirn gebärt, was am Tag die Sinne zeugten, beschleicht den Forscher unzeitiger Hunger, der ihn zwingt im Gedanken eine Bewegung des Stoffs zu erkennen.

Die körperliche Bewegung darf ein gewisses Maaß nicht überschreiten, sonst hemmt sie den Athem. Dann wird auch nach Nasse die Wärme weniger erhöht[178]. Und wenn die Bewegung an Ruhe grenzt, wie beim Fahren im Wagen, dann soll die Wärme sogar um etwas herabgedrückt werden (Davy); beim Fahren wird der Verlust an Wärme durch die wechselnden Luftschichten, die mit dem Körper in Berührung kommen, vergrößert.

Im Allgemeinen übertreffen die Vögel an Wärme die Säugethiere, diese die Lurche und Fische. Aber die Schleihe athmet in gleicher Zeit für gleiches Körpergewicht nur ein Viertel soviel Kohlensäure aus als der Frosch, der Frosch nach meinen sehr zahlreichen Untersuchungen nur ein Drittel bis halb soviel wie der Mensch, und die Taube beinahe neunmal soviel wie die Menschen.

Es giebt eine Krankheit, die durch den Uebergang von Zucker in den Harn ausgezeichnet ist: die sogenannte Zuckerharnruhr. In dieser Krankheit ist die Wärme des Körpers vermindert (Bouchardat)[179]. Eine Reihe von Thatsachen spricht dafür, daß dieser Harnzucker als ein Erzeugniß der Rückbildung betrachtet werden darf,

welches auf einer niederen Verbrennungsstufe stehen geblieben ist.[180])

Ueberall finden wir Einklang zwischen Wärme und Stoffwechsel, und darum durfte ich die Wärme ein Maaß des Lebens nennen.

Aber dieser Ausdruck hat im strengen Sinne nur Geltung, wenn man die erzeugte Wärmemenge, die wahre Eigenwärme in Betracht zieht. Er hört auf wahr zu sein, wenn wir von dem Wärmegrad des Körpers ausgehen. Die wahre Eigenwärme ist diejenige, welche im Körper erzeugt wird. Der Wärmegrad, und leider kennen wir nur diesen, ist ein Ergebniß von Wärmeentwicklung und Wärmeverlust.

Darum waltet kein einfaches gerades Verhältniß zwischen dem gegebenen Wärmegrad und der Schnelligkeit des Stoffwechsels, wenn wir beide Größen in mathematischer Strenge mit einander vergleichen.

Wenn gar keine Wärme dem Körper verloren ginge, dann dürften wir die Eigenwärme betrachten als den Unterschied zwischen dem Wärmegrad von Thieren und Pflanzen und dem Wärmegrad der Luft oder des Wassers, die sie beherbergen.

Allein Pflanzen und Thiere verlieren beständig Wärme durch Ausstrahlung und Verdunstung, durch Auflösung und Luftwechsel. So oft ein Salz sich in den Flüssigkeiten des Körpers auflöst, wird Wärme gebunden, und

um so mehr, je größer die Menge des Wassers ist, die zur Auflösung verwandt wird (Person).[181])

Ein Regenschauer wirkt doppelt abkühlend auf die Pflanzenwelt, insofern das eingedrungene Wasser die Salzlösungen in der Pflanze verdünnt und die Verdunstung an der Oberfläche steigert. Dagegen ist die Benetzung der Zellwände mit einer Verdichtung von Wasser verbunden und hierdurch wird etwas Wärme frei.

Uebertrifft der Verlust die Entwicklung der Wärme, dann kann der Wärmegrad eines lebenden Wesens unter den des umgebenden Mittels, unter den von Luft und Wasser herabsinken. Wir sind nicht berechtigt, daraus zu schließen, daß die Eigenwärme fehlte. Pflanzen und Lurche sind sehr häufig in Folge der kräftigen Verdunstung an ihrer Oberfläche kälter, als die umgebende Luft. Schneiden wir die Verdunstung ab, indem wir die Pflanze oder den Frosch in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum bringen, dann sehen wir den Wärmegrad sich über den der Luft erheben (Dutrochet). Dieses Mehr wird von der Pflanze, vom Frosche entwickelt.

Abnahme der Verdunstung vermindert auch den Wärmeverlust. Es ist bekannt, daß eine Salzlösung, vermöge der Verwandtschaft des Salzes zum Wasser, das letztere langsamer verdunsten läßt, als reines Wasser. Der Schiffsführer Bligh, der nebst achtzehn Getreuen von seinem aufrührerischen Schiffsvolk in einem kleinen

Boote dem Meere preisgegeben ward, fand kein Mittel besser, sich und die Seinigen zu erwärmen, wenn ihre Kleider vom Regen durchnäßt waren, als das Eintauchen der Kleidungsstücke in Seewasser und nachheriges Ausdrücken derselben. Statt Regenwasser enthielten dann die Kleider Salzwasser. Zunächst ward dadurch die Verdunstung beschränkt, und indem das Salz die Haut reizte und das Blut in diese reichlicher einströmte, wurde jenen Verlassenen die Empfindung verursacht, als hätten sie trockene Kleider angelegt.[182])

Wenn der Verlust an Wärme rascher abnimmt als die Menge, die erzeugt wird, dann kann bei einem langsameren Stoffwechsel ein höherer Wärmegrad vorhanden sein, als man erwarten dürfte, wenn das Leben durch den Wärmegrad und nicht durch die Eigenwärme gemessen würde.

Durch diesen Zusammenhang wird es auf die natürlichste Weise erklärt, daß nach den Messungen von Bärensprung's die Wärme der Greise die des erwachsenen Mannes übertrifft[183]). Der Stoffwechsel nimmt im höheren Alter ab und zwar die Einnahmen noch stärker als die Ausgaben. Allein die trockene Haut läßt weniger verdunsten und dadurch wird der Wärmeverlust in höherem Grade gemäßigt als die Verbrennung verzögert wird.

Ebenso verhält es sich mit den Fällen, in welchen

bei Frauen eine höhere Wärme beobachtet wird, als bei Männern. Der Stoffwechsel, und ganz besonders die Athmung, steht an Lebhaftigkeit den gleichen Vorgängen beim Manne bedeutend nach. Dem entsprechend fand auch Nasse die Wärme der Frauen geringer, als die der Männer. Von Bärensprung dagegen hat einen geringen Unterschied zu Gunsten der Frauen beobachtet. Es ist keinem Zweifel unterworfen, daß dies nur in einem geringeren Wärmeverlust bei den Frauen begründet sein kann. Indem die Frauen weniger ausathmen und weniger Harn in vierundzwanzig Stunden verlieren, als die Männer, scheiden sie auch weniger Wasser aus, das ihr Körper erst auf eine Wärme von siebenunddreißig Grad erhoben hat. Und das Fettpolster, das den weiblichen Körper in der Regel reichlicher deckt, schützt als schlechter Wärmeleiter die unter der Haut liegenden Theile vor einer zu raschen Abgabe durch Ausstrahlung.

Für gleiches Körpergewicht athmen Kinder mehr Kohlensäure aus als Erwachsene. Es wird also auch in einer gegebenen Zeit mehr Stoff bis zu dieser Endstufe verbrannt. Ueberdies wächst ein Kind nur deshalb, weil die Menge der Nahrung die der Ausgaben übertrifft. Allein die Gewebebildung, die sogenannte Ernährung im engeren Sinne, beruht selbst auf einer langsamen Verbrennung der Blutstoffe. Im kindlichen Alter ist also eine doppelte Steigerung erzeugter Wärme gegeben. Da=

her ist das Kind wärmer als der Erwachsene, trotzdem daß der kleine Körper im Vergleich zu seinem Inhalt mehr Wärme ausstrahlt als der große. Schlagender läßt es sich nicht darthun, daß der Wärmegrad eines Körpers kein strenges, einfaches Maaß des Stoffwechsels ist. Kinder und Greise, die hinsichtlich der Lebhaftigkeit ihres Stoffumsatzes an den entgegengesetzten Grenzen stehen, zeigen nach den Messungen von Bärensprung's in der Wärme ihres Körpers die größte Uebereinstimmung. Beide übertreffen den Erwachsenen. Während aber beim Greise der Verlust an Wärme noch mehr herabgedrückt ist als die Erzeugung, ist umgekehrt beim Kinde die Entwicklung noch mehr gesteigert, als der durch Ausstrahlung bedingte Verlust.

Wenn kleine Thiere, Sperlinge, Grünfinken, ebenso warm sind wie Tauben und Falken (Pallas)[184], obgleich jene mehr Wärme verlieren als diese, so ist es klar, daß sie in demselben Verhältniß mehr Wärme erzeugen müssen. Die herrliche Arbeit von Regnault und Reiset hat uns gelehrt, daß Sperlinge und Grünfinken beim Athmen zehnmal mehr Sauerstoff verbrauchen als Hühner. Und daß die Wärme der Eidechsen trotz dem kleineren Körper und größerer Oberfläche nach den Messungen von Rudolphi und Czermak bedeutend größer ist, als die des Wasserfrosches[185], kann uns nicht in Erstaunen setzen, wenn wir durch die Bemü-

hungen der oben erwähnten französischen Forscher erfahren, daß die beweglichen Eidechsen für gleiches Körpergewicht zwei- bis dreimal mehr Sauerstoff verzehren, als die trägen Frösche.[186])

Von den Ursachen des Wärmeverlusts, die in Verbindung mit den Quellen der Wärme nicht die erzeugte Eigenwärme, sondern den Wärmegrad als ein unmittelbar Gegebenes hervorbringen, haben wir bisher die Verdunstung, die Ausstrahlung und die Auflösung in Wasser kennen gelernt. Zu diesen Vorgängen, die eine Abnahme der Wärme bedingen, gesellt sich noch die Zersetzung, namentlich diejenige, die wir als das gerade Gegentheil der Verbrennung betrachten müssen, die Sauerstoffverarmung.

In der allerneuesten Zeit haben es die Versuche von Thomas Woods bewiesen, daß die Zersetzung eines zusammengesetzten Körpers von einem Wärmeverlust begleitet ist, welcher an Größe der durch Verbindung derselben Körper erzeugten Wärme gleichkommt.[187])

Die Verwandlung der Fettbildner in Fett besteht in einer Ausscheidung von Sauerstoff. Wenn Stärkmehl oder Zucker in Buttersäure, wenn die Buttersäure in Oelsäure übergeht, dann nimmt die Sauerstoffmenge der betreffenden Körper ab, und bei dieser Zerlegung, in deren Folge wir Wasserstoff und Kohlensäure im Darmkanal finden, geht ebenso viel Wärme verloren, wie bei einer entsprechenden Verbrennung entwickelt wird.

Sauerstoffverarmung ist wiederum das wesentliche Merkmal der Umbildung von Kohlensäure und Wasser in Zellstoff und Stärkmehl, der Bildung von Holz und Kork, von Fett und Wachs in der Pflanze.

Fettbildung im Thierreich und die Entstehung der allgemein verbreiteten Bestandtheile in der Pflanzenwelt sind also in Bezug auf die Wärme gerade so das Gegentheil der Verbrennung, wie die Entwicklung der Rückbildung entgegengesetzt ist. Die Materie organisirt sich, indem sie Sauerstoff verliert, und dadurch ist ein Verlust an Wärme bedingt. Auf der anderen Seite gehen Rückbildung, Verbrennung und Wärmeerzeugung mit einander Hand in Hand.

Buttersäure enthält weit mehr Sauerstoff im Verhältniß zum Kohlenstoff und Wasserstoff, als die Oelsäure. Es ist hiernach klar, daß die Buttersäure, um Kohlensäure und Wasser zu liefern, weniger Sauerstoff aufnimmt als die Oelsäure. Und hieraus folgt, daß wenn Buttersäure ebenso viel Kohlensäure und Wasser giebt, wie ein entsprechendes Gewicht der Oelsäure, im letzteren Falle durch die Verbrennung mehr Wärme erzeugt wurde, als durch die Verbrennung der Buttersäure.

Umgekehrt wird weniger Wärme verloren, wenn der Zucker sich nur in Buttersäure verwandelt, als wenn die Sauerstoffverarmung bis zur Bildung von Perlmutterfettsäure oder Talgsäure fortschreitet, welche beide durch

einen viel geringeren Sauerstoffgehalt vor der Buttersäure ausgezeichnet sind.

Wo so viel Ursachen der Erzeugung und der Abgabe von Wärme zusammenwirken, da kann begreiflicher Weise von einer genauen Berechnung des Antheils jedes einzelnen Gliedes nicht die Rede sein. Um zu bestimmen, wie viel Wärme erzeugt wurde, müßten wir bei einem Thiere nicht nur wissen, wie viel Sauerstoff aufgenommen, wie viel Kohlensäure, Wasser und Harnstoff ausgeschieden wird, sondern auch aus welchen Stoffen die Kohlensäure, das Wasser und der Harnstoff hervorgingen, wie viel Eiweiß in Gewebe verwandelt, wie viel und welche Salze im Körper gebildet, wie viel Wasser verdichtet, wie viel Kohlensäure in den Flüssigkeiten des Leibes gelöst wurde. Und wären wir im Besitze aller dieser Thatsachen, dann würden wir den Wärmegrad im einzelnen Fall nur unter der Bedingung befriedigend herleiten können, wenn wir ebenso, wie die Wärmequellen, auch die einzelnen Wärmeausgaben zu bestimmen vermöchten. Wir müßten die Wärme kennen, um welche Ausstrahlung und Verdunstung, Luftwechsel, Auflösung und Zersetzung den Körper berauben.

Stärkmehl verwandelt sich im Thierkörper in Gummi*), Gummi in Zucker. Die letztere Verwandlung

---

*) Dextrin.

beruht auf einer Verbindung des Gummis mit Wasser. Der Zucker zerfällt in Milchsäure, die Milchsäure in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff. Nach und nach verwandelt sich die Buttersäure im menschlichen Körper in Oelsäure und Perlmutterfettsäure [168]). Aber diese Fettsäuren enthalten weniger Sauerstoff als die Buttersäure, die Buttersäure wieder weniger als Milchsäure. Wenn also im menschlichen Körper aus Stärkmehl Fett entsteht, dann ist bis zur Zuckerbildung eine Aufnahme von Wasser, eine chemische Verbindung, eine Quelle von Wärme gegeben. Von der Bildung der Buttersäure an, ist der Vorgang durch Sauerstoffverarmung bezeichnet. Die Buttersäure enthält mehr Sauerstoff als die Perlmutterfettsäure, und die Perlmutterfettsäure wieder mehr als die Oelsäure. Die Entstehung aller dieser Säuren ist also begleitet von einem Wärmeverlust. Aber sie selbst verbrennen später allmälig zu Kohlensäure und Wasser. Wo wäre hier an eine Rechnung zu denken, die voraussetzen würde, daß wir wüßten, wie viel Stärkmehl in Zucker, wie viel Zucker in Fett verwandelt wurde? Wie soll man im einzelnen Falle bestimmen, wie viel von jeder einzelnen Fettsäure aus dem Zucker hervorging, wie viel von jeder einzelnen zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wurde? Und alle diese Zahlen, die unserer Rechnung entgehen, wären nöthig, um zu bestimmen, welchen Antheil wir Einer

einzigen Reihe von stofflichen Vorgängen an dem Wärmegrad des Körpers zuschreiben müssen.

So weit also ist es entfernt, daß die Versuche von Dulong und Despretz, um zu bestimmen, wie viel Wärme die Bildung von Kohlensäure und Wasser im Thierkörper erzeugen kann, „die Frage nach dem Ur„sprung der thierischen Wärme in befriedigender Weise „gelöst hätten“ [189]), daß wir vielmehr auf dem jetzigen Standpunkt unserer Kenntnisse jenen Versuchen alles Vertrauen versagen müßten, wenn sie wirklich gelehrt hätten, daß die erzeugte Wärme der Thiere als reine Verbrennungswärme zu betrachten ist.

Wir begegnen hier einem von den vielen Fällen, in welchen der Wechsel des Lebens sich nicht in Zahlen bannen läßt. Nicht etwa weil die Vorgänge des Lebens nichts gemein hätten mit den Zahlen des Mechanikers, oder weil der Stoff sich in lebenden Wesen den Gesetzen des Zählens und Wägens entzöge. Allein die Rechnung hat es mit so vielen veränderlichen Größen zu thun, deren Wachsthum und Abnahme sich im einzelnen Fall nicht genau bestimmen lassen, daß wir der scharfen Berechnung des Endergebnisses entsagen müssen. So weit können wir die Rechnung führen, daß uns der Wärmegrad als ein Ausdruck stofflicher Vorgänge erscheint, herzuleiten aus Erzeugung und Verlust. Damit ist der Grundsatz der Rechnung gewahrt. Die Rechnung wäre im einzel-

nen Fall auszuführen, wenn wir die einzelnen Angaben fesseln könnten, die sich im Flusse des Lebens verlieren. Wenn ich nicht weiß, wie viel Stärkmehl im Thierkörper in Buttersäure übergeht, dann kann ich den Einfluß, den dieser Vorgang auf die Wärme ausübt, aus demselben Grunde nicht bestimmen, aus dem ich die Höhe eines Thurms nicht finden kann, dessen Entfernung von meinem Standort mir unbekannt wäre. Die Rechnung ist in beiden Fällen möglich im Begriff, sie scheitert nur an äußeren Hindernissen der Ausführung. Es gehört zu den wesentlichsten Erkenntnissen in der Lehre des Lebens, die Grenzen der Unüberwindlichkeit solcher Hindernisse zu überschauen. Denn diese Erkenntniß sichert uns vor einem Spiel mit mathematischen Formeln, die nur dann der Einsicht den Ernst und die Festigkeit der strengsten aller Wissenschaften verleihen, wenn die Formeln eine getreue Uebersetzung enthalten der Erscheinungen des schwankenden Lebens.

Um den Wärmegrad des menschlichen Körpers nach seinen Ursachen in eine Formel einzukleiden, würden wir einen höchst zusammengesetzten Ausdruck mit lauter veränderlichen Größen erhalten. Darin liegt es, daß wir zwar im Allgemeinen sagen können, die Wärme steigt mit der Kraft des Stoffwechsels und fällt, wenn Verdunstung und Ausstrahlung zunehmen, ohne daß der Wärmegrad genau Schritt hält mit irgend einem der

Vorgänge, die den Stoffwechsel zusammensetzen und ordnen. Darum ist die Wärme kein stetiges Maaß für Athmung und Ernährung, für Ruhe und Arbeit, sie befolgt kein gerades Verhältniß mit Tag und Nacht, mit Sommer und Winter, mit Alter und Geschlecht. Und dennoch hängt sie nach festen Gesetzen von jedem dieser Glieder ab. So kommt es denn, daß Säugethiere von manchen gleich großen Vögeln nicht um ebenso viel in der Eigenwärme übertroffen werden, wie an Lebhaftigkeit des Athmens [190]). Der Wärmegrad würde nur dann, wenn alle übrigen Verhältnisse völlig gleich wären, genau der Kraft der Athmung entsprechen.

Bei den Thieren, bei welchen der Verlust die Erzeugung der Wärme übertrifft, kann, wie wir oben sahen, der Wärmegrad des Körpers unter den der umgebenden Mittel herabsinken. Zwei Klassen der Thiere jedoch, die Vögel und die Säugethiere mit Einschluß der Menschen, sind dadurch ausgezeichnet, daß der Wärmegrad ihres Körpers innerhalb sehr enger Grenzen schwankt und beinahe ganz unabhängig zu sein scheint von der äußeren Wärme. Man hat daher Menschen, Säugethieren und Vögeln einen beständigen Wärmegrad zugeschrieben, durch welchen sie sich von den Lurchen und Fischen unterscheiden. Und weil der Wärmegrad der ersteren auch durch die höchste Kälte kaum herabgedrückt wird, so lange die betreffenden Thiere in Bewegung bleiben, hat man die

Säugethiere und Vögel auch als warmblütige Thiere den Lurchen und Fischen gegenübergestellt.

Jene Beständigkeit der Wärme des lebenden Körpers bei Menschen, Säugethieren und Vögeln gehört allerdings zu den merkwürdigsten Naturerscheinungen, denen wir in der Lehre vom Leben begegnen. Es ist klar, daß dieselbe nur erzeugt werden kann durch ein gewisses Gleichgewicht zwischen der Entwicklung und der Abgabe von Wärme.

Wenn im Winter viel mehr strahlende Wärme verloren geht, als im Sommer, so ist auf der anderen Seite in der kalten Jahreszeit der Verlust durch Verdunstung um so geringer und durch die größere Lebhaftigkeit des Stoffwechsels wird viel mehr Wärme erzeugt. Im Sommer aber wird nicht nur mehr Wasser von der Haut verdunstet, weil die umgebende Luft wärmer ist, sondern namentlich auch deshalb, weil die Haargefäße der Haut durch Wärme erweitert sind und also die Haut selbst reichlicher mit Blutflüssigkeit getränkt wird. Je feuchter aber die Haut ist, desto mehr Wasserdampf wird sie bei warmer Witterung in die Luft entweichen lassen.[191])

Am Eingang des vierten Briefs habe ich ein Abkühlungsmittel erwähnt, dessen sich die Bergneger in Guinea bedienen, indem sie eine Pflanze an ihrer Hausthüre pflegen, welche sehr reichlich Wasser verdunsten läßt. Die Schnitter und Kohlenträger in Pennsylvanien benützen ihren eigenen Körper, um diese Verdunstung zu bewirken.

Sie trinken täglich so viel, daß die Menge des in vierundzwanzig Stunden von ihrer Haut entweichenden Wassers ein Sechstel, ja ein Fünftel ihres Körpergewichts betragen soll [192]. Aber auch alles Wasser, das auf anderen Wegen, durch Nieren und Lungen, den Körper verläßt, wird beim Menschen bis auf siebenunddreißig Grad erwärmt und entzieht also, indem es abgeht, dem Körper Wärme [193]. Und darum ist es Bedürfniß im Sommer und in warmen Gegenden, so wie bei angestrengter Arbeit, den Durst reichlich zu löschen.

Ueberhaupt nimmt die Nahrung unter den Mitteln, durch welche der Körper seine Wärme regelt und einen annähernd beständigen Wärmegrad erhält, eine äußerst wichtige Stelle ein. Weil in kalten Himmelsstrichen und im Winter das Athmen lebhafter erfolgt als in warmer, schwüler Luft, wird auch im Norden mehr Nahrung verarbeitet als im Süden. Und weil für ein gleiches Gewicht ausgehauchter Kohlensäure mehr Sauerstoff verschwindet, wenn es aus Fett und Eiweiß hervorging, als aus Zucker und Stärkmehl, wird auch bei kalter Luft besonders viel fettes Fleisch verzehrt, während wir im Sommer uns begnügen mit Früchten, Wurzeln und Gemüsen, in denen die Fettbildner vorherrschen. Der Thran und Talg, den die Grönländer und Samojeden verzehren, stehen mit der Wärmeerzeugung in einer ebenso nahen Beziehung, wie Reis und Hirse bei den Be-

wohnern der stillen Südsee. Nahrung, Athmung und Wärme sind drei Glieder in der Kette des Lebens, die sich zwar keineswegs unbedingt decken, die aber doch nur in sehr geringer Breite auseinander gehen können, ohne daß daraus ein Nachtheil für das Leben erwächst. Wenn der Otahitier die Brodfrucht als tägliche Nahrung mit dem Schweinefleisch vertauschen wollte, so könnte die Athmung der Verdauung, falls diese gehörig von Statten ginge, nicht nachkommen, es entstände ein Mißverhältniß zwischen der Bildung des Bluts und der Entwicklung der Gewebe, zwischen Aufnahme und Ausscheidung, ebenso wie der Kamtschadale die in seinem Klima erforderliche Wärme nicht erzeugen könnte, wenn er seinen Fisch durch Reis ersetzen wollte. Das sind die Beziehungen der Nothwendigkeit in den Bedingungen unseres Bestehens, in denen kurzsichtige Augen allweise Absichten erblicken. Aber der Grund ist niemals weiser als die Folge, und die Folge kann der inneren Zweckmäßigkeit des ursächlichen Bandes nicht zuwider sein.

Am Schlusse dieses Briefes darf ich es wiederholen ohne Furcht vor einem Mißverständniß, daß die Eigenwärme des Körpers dem Stoffwechsel entspricht, wie sie erlischt, wenn mit dem Tode der Stoffwechsel aufhört. Darum ist das Sinken der Wärme bei herannahendem Tode eine so gefürchtete Erscheinung. Sie ist das sicherste Anzeichen von Lähmung der stofflichen Bewegung, die

der Inbegriff des Lebens ist. Ein Thier erliegt dem Hungertode nicht, bevor es vier Zehntel seines Körpergewichts und mehr als ein Drittel seiner Wärme verloren hat.

Die Wärme ist umgekehrt zum Leben nothwendig, ohne deshalb die Ursache des Lebens zu sein. Sie ist nur insofern ein oberstes Maaß und eine Bedingung des Lebens, als sie nicht unter gewisse Grenzen hinabsinken kann, ohne daß der Stoffwechsel auf lebensgefährliche Weise beeinträchtigt ist. Ohne Wärme ist die Bewegung des Stoffs nicht möglich. Will man Thiere, die bedroht sind vom Hungertode, retten, dann muß man nach Chossat nicht bloß für Nahrung, sondern zuallererst für Wärme sorgen. Denn die Verdauung stockt, wenn die Wärme zu sehr vermindert ist, mit der Verdauung stocken Blutbildung, Ernährung und Ausscheidung. Es fehlt der Stoffwechsel, der die Wärme des Leibes regelt. Man muß also von außen den Körper in den Zustand versetzen, in welchem die stoffliche Bewegung möglich ist. Mit dem Stoffwechsel kehren Wärme und Leben zurück.

Fünfzehnter Brief.

Die allmälige Entwicklung des Stoffs.

Mit allem menschlichen Wissen hat es eine eigene Bewandtniß. Heute sind wir überglücklich unter dem ergreifenden Eindruck, mit welchem uns der Reichthum geordneter Thatsachen erfüllt, und morgen belächeln wir genügsam das oberste Ergebniß der Forschung als ein uraltes Besitzthum, das sich von selbst zu verstehen schien.

Der Bauer, der sein Pferd füttert mit dem Hafer, den er selbst gebaut, und des Pferdes Auswurf seinem Acker zum Dünger einverleibt, kennt den Kreislauf des Stoffs in seinen Grundzügen ebenso gut wie der Naturforscher, der alle Gabe der Beobachtung und das von Thatsachen genährte Denken der Lehre vom Stoffwechsel widmet. Und die allgemeinste Wahrheit, die sich aus dem Leben des Bauers aufdrängt, ist gewiß nicht darum zu verschmähen, weil sie auf so einfachem Wege gefunden, geschaut wurde.

Allein der Bauer, der weiß, daß sein Hafer genährt

wird von Acker und Regen und Luft, daß sein Pferd gedeiht vom Hafer und der Acker fruchtbar wird vom Dünger, hat doch in alle diese Vorgänge keine tiefere Einsicht, als der Staatsmann, der sich begnügt mit dem Glauben, daß Gott die Welt regiert, oder ein Naturforscher, der sich dazu verstehen könnte zu lehren, daß Gott dem verlängerten Mark seinen Einfluß auf den Herzschlag verliehen. In allen diesen Fällen übergiebt man seinen Sinn und seinen Verstand einer entfernten Ursache, unbekümmert um die Zwischenglieder, durch welche der Acker, der Hafer, der Dünger ihre letzte Wirkung erzielen. Man erfährt bei diesem Verfahren nicht, ob etwa unkörperliche Kräfte den Hafer und das Pferd beleben, man weiß nicht, ob der Dünger ein Zaubermittel für den Acker ist und schreibt vielleicht dem Regen nur die Eigenschaft zu, die Blätter zu waschen. Eine entfernte Ursache, durch eine Kluft von Ahnungen von der letzten Wirkung geschieden, ist nicht besser als ein errathener Zweck, zu welchem ein von Thatsachen entfesselter Hochmuth die Mittel zu verordnen wagt.

Darum ist doch ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Schauen des Lebens und dem Wissen der Forschung, und unsere Freude über den Fund, den wir mühselig erobern mit Feuer und Wage, wird wohl bescheidener, aber nicht weniger begeistert, weil uns jeder Bauer das Endziel zeigt, das unsere Untersuchungen erstrebten.

Für den Kreislauf des Stoffs, auf den ich die obige Bemerkung bezog, hat die Wissenschaft das Höchste dadurch geleistet, daß sie tiefer drang, als die Beobachtung von Dünger, Futter und Vieh auf Feld und Wiese führen konnte, indem sie dem Entwicklungsleben des Stoffs zu folgen unternahm. Gleichviel wie weit die ersten Bemühungen fruchteten, den Namen Senebier, Tiedemann und Gmelin gebührt für immer die tiefste Ehrfurcht für den Muth, mit dem sie sich der schwierigen Aufgabe unterzogen, oft ohne viel versprechende Aussicht auf Erfolg. Senebier, durch seine Arbeiten über die Ernährung der Pflanzen, Tiedemann und Gmelin durch ihre Untersuchungen über die Verdauung, sind bewußt oder unbewußt die Begründer der neuen Weltanschauung, zu der sich die Encyclopädisten mit ihren kühnen Sehersprüchen nicht unähnlich verhielten, wie der Ueberblick des Bauers zur Einsicht des Naturforschers, der den Muth hat, die letzte Folgerung zu ziehen.

Ammoniak, Kohlensäure und Wasser nebst wenigen Salzen, das ist die ganze Reihe von Stoffen, aus denen die Pflanze ihren Leib aufbaut. Unter stetiger Verarmung an Sauerstoff sahen wir aus jenen einfachen Verbindungen Eiweiß und Gummi sich bilden, zwei Körper, welche die Pflanzensäfte auflösen und deshalb an die verschiedensten Gegenden, durch Stengel, Blätter und Früchte führen können. Aus dem Eiweiß bilden sich

andere eiweißartige Körper, Erbsenstoff, Pflanzenleim und geronnenes Pflanzeneiweiß, von welchen die beiden letzteren ungelöst in den Samen abgelagert werden. Das Gummi verwandelt sich in Stärkmehl und Zellstoff, welche dieselben Gewichtstheile derselben Grundstoffe nur in anderer Ordnung enthalten. Ein Theil des Gummis nimmt Wasser auf und geht in Zucker über. Aber die Ausscheidung des Sauerstoffs dauert immer noch fort. Aus dem Zellstoff entstehen Holzstoffe und Kork, aus dem Stärkmehl Fett und Wachs.

Eiweiß, Zucker und Fett sind die organischen Baustoffe des Thiers. Das Blut der Thiere ist eine Lösung von Eiweiß und Fett, von Zucker und Salzen. Höher und höher schreitende Aufnahme von Sauerstoff verwandelt das Eiweiß in Faserstoff der Muskeln, in die leimgebenden Grundlagen der Knochen und Knorpel, in den Stoff der Haut und der Haare. Mit Fett und Salzen bilden diese Körper den ganzen Thierleib.

Wir sind der Entwicklung Schritt vor Schritt gefolgt, von Erde, Luft und Wasser bis zur Schöpfung der wachsenden und denkenden Wesen. Die schaffende Allmacht ist die Verwandtschaft des Stoffs. Manche Stufen, auf denen wir den Stoff erkannten, sind noch breit genug, um vielerlei Umwege zu gestatten. Die Erforschung derselben ist das Streben der Gegenwart. Nur die Richtung der Bewegung des Stoffs ist so weit deutlich,

daß jene Umwege keinem Irrgarten angehören können, sondern einem weiten Felde, das überall Früchte trägt, wo es nicht gebricht an Fleiß und Muth, es zu bebauen.

Ebenso wie jene vorwärts schreitende Neubildung, ist auch die Rückbildung als ein stetiger Entwicklungsvorgang erkannt. Eiweiß, Zucker und Fett zerfallen in der Pflanze in Basen und Säuren, in Farbstoffe, flüchtige Oele und Harze, in Stickstoff, Kohlensäure und Wasser, in den Thieren in Fleischstoff und Fleischbasis, in Harnoxydul*) und Harnsäure, in Ameisensäure und Kleesäure, in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser. Harnstoff zerlegt sich außerhalb des Körpers in Kohlensäure und Ammoniak.

Vermöge des Lebens selbst kehren Pflanzen und Thiere zu ihrer Quelle wieder. Alles löst sich auf in Ammoniak, Kohlensäure, Wasser und Salze. Eine Flasche mit kohlensaurem Ammoniak, mit Chlorkalium und phosphorsaurem Natron, mit Kalk und Bittererde, Eisen, Schwefelsäure und Kieselerde ist begrifflich der vollendete Lebensgeist für Pflanzen und Thiere.

Nach dem Tode ist die Rückbildung eine nicht minder regelmäßige Entwicklung als im Leben. Der Stoff gleitet nur anderen Stufen entlang seinem Untergange zu.

Die Verwesung ist nichts Anderes als eine langsame Verbrennung der organischen Stoffe, die außerhalb des

*) Hypoxanthin.

lebenden Körpers stattfindet. Sie ist die Fortsetzung des Athmens nach dem Tode. Vermoderung ist eine langsame Verwesung.

Wenn das Zerfallen des organischen Stoffs nicht in einer Aufnahme von Sauerstoff begründet ist, sondern in einer Zersetzung von Körpern, deren Grundstoffe sich bei der Zersetzung zu neuen Verbindungen mit einander vermischen, dann nennt man den Vorgang nach Liebig Fäulniß.

In der Mehrzahl der Fälle wirken Verwesung und Fäulniß zusammen, wenn abgestorbene Pflanzen und Thiere der Rückbildung anheimfallen.

Aus den stickstoffhaltigen Körpern, die man unter dem Namen der eiweißartigen Stoffe vereinigt, gehen auf diesem Wege zwei stickstoffhaltige Bestandtheile hervor, die sich schon durch ihre Fähigkeit zu krystallisiren als Rückbildungsstoffe ausweisen. Der eine von diesen Stoffen wurde zuerst in faulendem Käse beobachtet; er läßt sich in weißen krystallinischen Blättchen erhalten und wird deshalb auch Käseweiß*) genannt. Der andere, welcher reichlicher aus faulendem Horn hervorgeht, krystallisirt in seidenglänzenden, blendend weißen Nadeln; ich will ihn deshalb Hornglanz**) nennen.

---

*) Leucin.

**) Tyrosin.

Käseweiß und Hornglanz unterscheiden sich von den eiweißartigen Körpern durch ihren höheren Sauerstoffgehalt. Sie können deshalb auch durch Mittel, welche die Verbrennung begünstigen, aus den eiweißartigen Verbindungen hervorgebracht werden.

Das Käseweiß entsteht nicht bloß aus eiweißartigen Körpern und aus Horn, sondern auch aus leimgebenden Gebilden; Hornglanz dagegen nur aus Horn und aus Eiweißstoffen. Statt des Hornglanzes entsteht aber aus den leimgebenden Gebilden ein anderer Körper, der noch mehr Sauerstoff enthält als Käseweiß und Hornglanz, der Leimzucker.

Hornglanz enthält mehr Sauerstoff als das Käseweiß. Behandelt man Horn mit einem die Verbrennung begünstigenden Mittel, dann entsteht Käseweiß vor dem Hornglanz. Man darf den letzteren als ein Erzeugniß der Verwesung des Käseweißes betrachten.

Neben Hornglanz, Käseweiß und Leimzucker wird aus den betreffenden Stoffen bei der Fäulniß und Verwesung auch Ammoniak gebildet. Die Menge des Ammoniaks nimmt immer zu. Wenn es nicht an Basen fehlt, verbindet sich zuletzt aller Stickstoff mit Wasserstoff, und der ganze Stickstoffgehalt des Eiweißes, des Horns und Leims, des Käseweißes, des Hornglanzes und Leimzuckers geht in dem Ammoniak auf, das sich bei der Fäulniß entwickelt.

Während das Ammoniak den Stickstoff der thierischen und pflanzlichen organischen Körper enthält, findet man den Kohlenstoff und Wasserstoff zum Theil in Säuren, die sich in allen wesentlichen Eigenschaften an die Fettsäuren anschließen, vor den gewöhnlichen aber durch ihre Flüchtigkeit und einen höheren Sauerstoffgehalt ausgezeichnet sind. Zu diesen Säuren gehören die Ziegensäure*) und Schweißsäure**), die Käsesäure†) und Baldriansäure, die Buttersäure und Butteressigsäure††), die Essigsäure und Ameisensäure. Jede folgende übertrifft in dieser Reihe die vorige im Sauerstoffgehalt, und daher sind diese Säuren ebenso viele Uebergangsglieder, welche die schließliche Verbrennung zu Kohlensäure und Wasser einleiten.

Käseweiß zerfällt zum Beispiel, wenn es mit Kali geschmolzen wird, in Ammoniak, in Baldriansäure und Wasserstoff (F. Bopp).

Durch die schönen Arbeiten von Bopp und Hinterberger, von Guckelberger und Keller, die alle in den letzten Jahren auf Liebig's Anregung unternommen wurden, sind wir befreit von der unvermittelten Thatsache, daß Menschen, Thiere und Pflan-

*) Caprinsäure.

**) Caprylsäure.

†) Capronsäure.

††) Metacetonsäure, Propionsäure.

zen bei der Fäulniß in Ammoniak, in Kohlensäure und Wasser übergeführt werden [194]). Wir kennen diese Stoffe jetzt als Endglieder eines Entwicklungsvorgangs, in welchem Käseweiß und Hornglanz, Leimzucker und flüchtige Fettsäuren als Zwischenstufen auftreten.

Ammoniak, Kohlensäure und Wasser enthalten den Stickstoff und Kohlenstoff, den Wasserstoff und Sauerstoff der eiweißartigen Verbindungen, des Horns und des Leims. Aber alle diese Körper enthalten auch Schwefel, ein Theil der Eiweißstoffe und die Haare außerdem noch Phosphor.

Schwefel und Phosphor werden bei der Fäulniß gleichfalls ihrem organischen Zusammenhang entrissen.

Der Schwefel tritt, anfangs mit Ammoniak verbunden, als Schwefelammonium auf. Durch organische Säuren, die neben dem Schwefelammonium durch die Fäulniß eiweißartiger Körper entstehen, wird Schwefelwasserstoff aus dem Schwefelammonium ausgetrieben. Dieser Schwefelwasserstoff bedingt zu einem großen Theil den üblen Geruch faulender Stoffe.

Phosphorwasserstoff ist das Erzeugniß der Fäulniß von Eiweißkörpern, in welchem der Phosphor wiederkehrt. Der Phosphorwasserstoff ist ein Gas, das sich an der Luft entzündet und durch den matten Schein, der bei der Verbrennung entsteht, den Unkundigen als Irrlicht über Kirchhöfen schreckt.

Nur wenn die Luft bei der Zersetzung stickstoffhaltiger Stoffe von Pflanzen und Thieren den freiesten Zutritt hat, dann kann sich der Phosphor in Phosphorsäure verwandeln. Die Verwesung herrscht dann über die Fäulniß vor, und in Folge dessen verbindet sich der Phosphor mit Sauerstoff.

Der Schwefelwasserstoff wird durch Alkalien in Schwefelkalium übergeführt. Schwefelkalium aber verwest an der Luft. Unter stets fortschreitender Aufnahme von Sauerstoff verwandelt es sich nach und nach in saures unterschweflichtsaures, in schweflichtsaures und zuletzt in schwefelsaures Kali.

Wenn die Verwesung unter den günstigsten Verhältnissen ihr Endziel erreicht, dann sind die Eiweißkörper und Horngebilde, die federkräftigen Fasern und die leimgebenden Gewebe in Ammoniak und Wasser, in Kohlensäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure zerlegt.

Nicht minder allmälig als die Fäulniß und Verwesung der stickstoffhaltigen Körper geschieht das Zerfallen der stickstofffreien Bestandtheile, der Fette und Fettbildner nach dem Tode.

Das bekannte Ranzigwerden der Fette beruht allemal auf einer Verwesung, in deren Folge sauerstoffärmere und kohlenstoffreichere Fette in kohlenstoffärmere und sauerstoffreichere Fettsäuren übergeführt werden. Diese Fettsäuren sind flüchtig. Sie besitzen einen stechenden Geruch.

Im Käse kennt Jedermann diese Umwandlung, die sogar bis zu einer gewissen Grenze eingetreten sein muß, wenn der Käse seinen beliebten würzigen Geschmack haben soll. Im Käse weiden wir uns so gut wie manche Thiere an einem Erzeugniß der Verwesung. Der Oelstoff und das Perlmutterfett*) des Käses verwandeln sich unter stets fortschreitender Aufnahme von Sauerstoff in Ziegensäure, Schweißsäure und Käsesäure, in Baldriansäure und Buttersäure.

So geschieht es bei der Verwesung der Fette überhaupt. Verdorbenes Gänsefett und verdorbenes Schweinefett enthalten so gut Käsesäure und Buttersäure wie ranzige Butter. Im Schweineschmalz hat Chevreul sogar etwas Essigsäure gefunden.[195])

Bei dieser Verwesung scheint immer auch Kohlensäure gebildet zu werden. Kolbe, dem wir die genialsten Forschungen verdanken über die Gesetze, nach welchen die Materie zerfällt, hat die Baldriansäure zerlegt in Kohlensäure und in einen Kohlenwasserstoff, der durch Aufnahme von Sauerstoff in Buttersäure überging. Buttersäure ist in der Reihe der flüchtigen Fettsäuren, in welcher man die Stoffe nach ihrem wachsenden Sauerstoffgehalt auf einander folgen läßt, diejenige, welche zunächst der Baldriansäure vorangeht.

---

*) Margarin.

Essigsäure und Ameisensäure sind die sauerstoffreichsten Körper, welche auf diesem Wege aus der Verwesung hervorgehen können, so lange die Verbindungen noch Wasserstoff enthalten. Aber die Essigsäure und Ameisensäure selbst zerfallen zuletzt in Kohlensäure und Wasser.

Während die flüchtigen Fettsäuren die Mittelglieder sind, welche von den festen Fetten zu Kohlensäure und Wasser führen, begegnen wir auf den Mittelstufen der Verwesung der Fettbildner den organischen Säuren der Dammerde.

Zellstoff, Stärkmehl, Zucker, die Holzstoffe liefern bei der Verwesung Dammsäure*), Torfsäure**), Erdsäure***), Quellsäure und Quellsatzsäure neben Kohlensäure und Wasser. Unter jenen Säuren ist die Torfsäure am ärmsten an Sauerstoff. Dann folgen Dammsäure, Erdsäure, Quellsatzsäure und Quellsäure. Fortschreitende Verwesung verwandelt also jede vorhergehende Säure in die nächstfolgende, die Torfsäure in Dammsäure, Dammsäure in Erdsäure und so fort. Darin ist es begründet, daß man der Torfsäure so selten begegnet (Mulder).

Auch die eiweißartigen Körper können durch Verwesung in die Säuren der Dammerde verwandelt werden.

---

*) Huminsäure.

**) Ulminsäure.

***) Geinsäure.

Neben Dammsäure, Quellsatzsäure und Quellsäure entsteht dann Ammoniak. Ammoniak ist diejenige Basis, zu welcher die Säuren der Dammerde die innigste Verwandtschaft haben (Mulder).

Wenn die Dammsäure und die übrigen Glieder dieser Reihe im Erdreich verweilen, ohne von den Pflanzen aufgenommen zu werden, dann schreitet bei gehörigem Zutritt der Luft die Verwesung immer weiter fort. Die Quellsatzsäure und die Quellsäure, die ihre Namen dem Auftreten in Quellwasser verdanken, zerfallen zuletzt in Kohlensäure und Wasser. Alle jene Säuren enthalten nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. In Verbindung mit Sauerstoff gehen sie deshalb auf in Kohlensäure und Wasser.

Die Verwesung verwandelt sich in Vermoderung, wenn eine Wassersäule den Zutritt der Luft erschwert. Darum zerfällt das Holz, das in Sümpfen sein organisches Gefüge verliert, nicht in Kohlensäure und Wasser, sondern in Kohlensäure und Sumpfgas. Das Sumpfgas ist eine Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, die keinen Sauerstoff enthält.

Unter günstigen Bedingungen verwest das Sumpfgas. Der Kohlenwasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff und die Enderzeugnisse des Zerfalls sind wieder Kohlensäure und Wasser.

Ich habe bisher nur die wichtigsten Uebergangsstufen

in meine Schilderung aufgenommen, welche die Bestandtheile von Pflanzen und Thieren bei der Fäulniß und Verwesung zurücklegen, bevor sie vollends zerfallen in Ammoniak, in Kohlensäure und Wasser, in Phosphorsäure und Schwefelsäure. Man würde indeß irren, wenn man die erwähnten für die einzigen Uebergangsglieder halten wollte, welche die Gewebebildner mit den Endstufen des Zerfalls verbinden.

Die von mir gewählten Mittelstufen sind nur am besten bekannt und wirklich durch die natürlichen Vorgänge der Fäulniß und Verwesung zur Beobachtung gekommen. Andere Uebergangsglieder hat man wahrgenommen, indem man trockne Hitze auf die organischen Körper einwirken ließ. Allein diese trockne Hitze, die sogenannte trockne Destillation ist nach Liebig's hübschem Vergleich nichts Anderes, als eine Verbrennung im Innern eines Stoffs, bei welcher sich ein Theil des Kohlenstoffs auf Kosten des eigenen Sauerstoffs des betreffenden Körpers verbrennt, während nebenher wasserstoffreiche Verbindungen gebildet werden [196]). Die Folge der trocknen Hitze ist eine unvollständige Verwesung, sie läßt sich mit der Vermoderung vergleichen.

Aus diesem Gesichtspunkt verdienen die Erzeugnisse der trocknen Hitze nicht bloß die Beachtung des Scheidekünstlers, der es sich zur Aufgabe macht, alle Veränderungen des Stoffs unter den verschiedensten Verhältnissen

zu erforschen, sondern ebenso die Aufmerksamkeit desjenigen, dem es um die Gesetze des natürlichen Zerfalls der organisirten Materie zu thun ist. So haben wir es den Bemühungen Anderson's zu verdanken, daß wir als Erzeugnisse der Knochen, die trockner Hitze unterworfen wurden, eine Reihe von flüchtigen Basen kennen, die nur aus Stickstoff, Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen. Unter diesen Basen finden wir zunächst denselben Körper, der auch im stinkenden Gänsefuß entdeckt worden*), ferner die Holzgeistbasis**) und die Butterfettbasis †). Von diesen Basen ist die letztgenannte im Vergleich zum Stickstoffgehalt am reichsten an Kohlenstoff und Wasserstoff, die Holzgeistbasis die ärmste, während die Gänsefußbasis in der Mitte steht. Nach Anderson's Untersuchungen scheint auch die Weingeistbasis ††), welche die Lücke zwischen der Holzgeistbasis und der Gänsefußbasis ausfüllt, unter den Stoffen, welche die trockne Hitze aus Knochen hervorbringt, nicht zu fehlen.[197])

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß diese stickstoffhaltigen Basen, welche selbst die größte Aehnlichkeit mit dem Ammoniak besitzen und deshalb von Wurtz auch zusammengesetzte Ammoniakarten genannt werden,

---

*) Propylamin.

**) Methylamin.

†) Butylamin oder Petinin.

††) Aethylamin.

als Uebergangsglieder von der leimgebenden Grundlage der Knochen zu Ammoniak, zu Kohlensäure und Wasser zu betrachten sind. Unter diesen Uebergangsgliedern steht aber offenbar dasjenige dem ursprünglichen Gewebebildner am nächsten, das im Verhältniß zum Stickstoff am meisten Kohlenstoff und Wasserstoff enthält, also die Butterfettbasis.

Butterfettbasis, Gänsefußbasis, Weingeistbasis, Holzgeistbasis bilden eine fortlaufende Reihe, in welcher jedes spätere Glied von dem nächst vorhergehenden um einen Wenigergehalt von gleichviel Kohlenstoff und Wasserstoff verschieden ist. Ebenso folgen sich die stickstofffreien flüchtigen Säuren, die Ziegensäure, die Schweißsäure, die Käsesäure und die Buttersäure, denen sich noch die Butteressigsäure, die Essigsäure und Ameisensäure anschließen. In dieser Reihenfolge nehmen Kohlenstoff und Wasserstoff ab, während der Sauerstoff zunimmt. Der Scheidekünstler nennt die Körper, welche jenen Reihen angehören, gleichartige Stoffe. *)

Die Erkenntniß solcher und ähnlicher Reihen schließt uns das Verständniß für die allmälige rückgängige Bewegung auf, welche die organischen Stoffe von Pflanzen und Thieren in Bestandtheile des Luftgürtels verwandelt. Beinahe täglich mehren sich die Zwischenstufen, welche uns dieses

---

*) Homologe Verbindungen.

Entwicklungsleben des Stoffs beleuchten. Und es kann nicht fehlen, unsere wissenschaftlichen Errungenschaften der letzten Jahre, der letzten Monate weisen immer deutlicher darauf hin, daß wir zuletzt alle diese Mittelglieder in ebenso natürliche Reihen werden einordnen können, wie schon jetzt die flüchtigen Fettsäuren, die flüchtigen Basen und die Säuren der Dammerde.

Hier, wie bei der Rückbildung im Leib von Pflanzen und Thieren, begegnen wir demselben Gesetze. Wir sehen die organischen Stoffe um so deutlicher ausgeprägte basische und saure Eigenschaften annehmen, je tiefer die Stufe des Zerfallens liegt, auf der sie sich befinden. Der organische Stoff verwandelt sich zuletzt in Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure und Ammoniak. Nur das Wasser behauptet überall das mittlere Verhalten, vermöge dessen es bald die Rolle einer Basis, bald die einer Säure spielen kann (H. Rose).

Im Eingang dieser Entwicklung *) habe ich bemerkt, daß der Stoff nach dem Tode anderen Stufen entlang als im Leben seinem Untergange zugleitet. Man darf dies nicht so verstehen, als wenn die hier besprochenen Uebergangsglieder niemals im Leben vorkämen. Lernten wir doch schon eine der oben erwähnten flüchtigen Basen im stinkenden Gänsefuß kennen. Frerichs und Städe-

---

*) Seite 265.

ler haben Käseweiß *) und Hornglanz **) in der Leber kranker Menschen nachgewiesen [198]), Scherer fand Käseweiß in der Milz, und Virchow denselben Körper nicht bloß in der Leber, sondern bei sehr verschiedenen Krankheiten in reichlicher Menge in der Bauchspeicheldrüse [198 a]). Liebig endlich berichtet in seinen Briefen, daß man Käseweiß in den Flüssigkeiten der Leber des Kalbes gefunden habe. [199])

Unter ungewöhnlichen Verhältnissen treten die Stoffe, die sonst nur aus Fäulniß und Verwesung oder aus einer Gährung hervorgehen, auch im lebenden Körper auf, und zwar in reichlicher Menge. Frerichs hat kürzlich eine Arbeit vollendet, die ein glänzendes Denkmal ist für die Erfolge, welche die Lehre der Krankheiten erzielen kann, wenn sie von einem durch und durch gebildeten Naturforscher mit ebenso beharrlichem als fruchtbarem Geiste gepflegt wird. Die Vergiftung des Bluts in einem Nierenleiden, das den Namen Bright berühmt gemacht hat, ist darin begründet, daß der Harnstoff im Blut eine Gährung erleidet, welche denselben in Kohlensäure und Ammoniak zerlegt, gerade so wie es sonst mit entleertem Harnstoff geschieht. Das kohlensaure Ammoniak häuft sich so im Blute an, daß es in die ausgeathmete Luft

---

*) Leucin.

**) Tyrosin.

übergeht, in der es mit den einfachsten Hülfsmitteln nachgewiesen werden kann. Durch Einspritzung einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak in das Blut von Hunden konnte Frerichs alle dieselben Vergiftungszufälle erzeugen, welche die Bright'sche Nierenkrankheit lebensgefährlich machen.[200])

Nach dem Tode, wie im Leben, giebt der Sauerstoff der Luft den wesentlichen Anstoß zur Rückbildung. Verwesung, Vermoderung, Athmung sind langsame Verbrennungsvorgänge, in welchen der Sauerstoff unmittelbar auf den zerfallenden Körper einwirkt oder vielmehr das Zerfallen bedingt, indem er sich mit dem ursprünglichen Körper verbindet.

Es giebt aber eine Reihe von Fällen, in welchen der Sauerstoff mittelbar in einem Körper Zersetzung hervorruft, indem er sich mit einem andern verbindet.

Wenn ein Gemenge von Käsestoff und Butter der Luft ausgesetzt wird, dann erleidet der Käsestoff eine Umsetzung, welche vom Sauerstoff eingeleitet wird. Der Käsestoff zerfällt dabei erst in Käseweiß, welches nachträglich zu Baldriansäure und Buttersäure verbrannt wird. Während sich auf diese Weise der Käsestoff umsetzt, ist aber nicht etwa ruhiges Gleichgewicht in den feinsten Stofftheilchen der Fette der Butter vorhanden. Diese Fette bestehen aus Verbindungen verschiedener Fettsäuren, der Oelsäure, der Perlmutterfettsäure, der Ziegen=

säure, der Schweißsäure, Käsesäure und Buttersäure mit Oelsüß *). Man bezeichnet diese Verbindungen als Oelstoff **), Perlmutterfett ***), Ziegenfett ****), Schweißfett †), Käsefett ††) und Butterfett †††). In Folge der Zersetzung des Käsestoffs werden jene Verbindungen in die betreffenden Fettsäuren und in Oelsüß zerlegt. Dadurch werden die flüchtigen Fettsäuren, Ziegensäure, Schweißsäure, Käsesäure, Buttersäure in Freiheit gesetzt, der Käse bekommt seinen eigenthümlich scharfen Geschmack.

Bei diesem Vorgang verbinden sich die Erzeugnisse der Zersetzung des Käsestoffs nicht mit denen der Spaltung der Fette. Wir haben es, nach einer von Liebig mit genialstem Scharfsinn durchgeführten Auffassung, mit einer Bewegung der feinsten Stofftheilchen des Käsestoffs zu thun, die sich auf die Fette überträgt. Und darin, daß dies geschieht, ohne daß sich die Erzeugnisse der beiden Stoffe mit einander verbinden, sucht Liebig das Hauptmerkmal der Gährung.

---

*) Glycerin.
**) Elain.
***) Margarin.
****) Caprinin.
†) Caprylin.
††) Capronin.
†††) Butyrin.

So geschieht es auch bei der weinigen Gährung, die darin besteht, daß ein in Zersetzung begriffener Körper seine Bewegung auf Traubenzucker überträgt, so daß dieser in Weingeist und Kohlensäure zerfällt. In dem Bewegung erregenden Körper wird die Umsetzung, die den Anstoß zur Gährung giebt, durch Sauerstoff erzeugt. Dieser Gährung erregende Körper heißt Hefe.

Wenn die Milch sauer wird, so ist es wiederum mittelbar der Sauerstoff der Luft, welcher das Zerfallen bedingt. Der Sauerstoff setzt die Bestandtheile des Käsestoffs in Bewegung. Diese Bewegung pflanzt sich fort auf den Zucker der Milch. Der Milchzucker nimmt selbst keinen Sauerstoff auf. Er verwandelt sich erst in Milchsäure, welche aus ebenso viel Gewichten Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wie der Milchzucker, besteht. Nur sind die einzelnen Stofftheilchen in der Milchsäure anders als im Milchzucker gelagert. Schreitet der Einfluß des in Bewegung begriffenen Käsestoffs fort, dann verwandelt sich die Milchsäure in Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff. Hat man aus der Milch durch Kochen den Sauerstoff entfernt, dann kann man dieselbe länger aufheben, ohne daß sie sauer wird. Es fehlt dann eben der Stoff, der den Käsestoff in Bewegung setzt.

Bei allen diesen Gährungen, die wir als besondere Fälle der Rückbildung nach dem Tode oder nach der Aus-

scheidung aus dem Körper zu betrachten haben, wirkt der Sauerstoff mit. Er verändert den Gährungserreger, die sogenannte Hefe. Diese Veränderung ist nicht möglich ohne eine Bewegungserscheinung. Die Bewegung pflanzt sich auf andere Stoffe fort, die sich selbst nicht mit dem Sauerstoff verbinden.

Je höher die Mischung des Stoffs ist, je verwickelter die Zusammensetzung, desto leichter wird das Gleichgewicht zwischen den Anziehungen der einzelnen Theilchen gestört, desto leichter entsteht Bewegung. Darum ist Gährungsfähigkeit ein Vorrecht organischer Stoffe.

Dieses leicht zu erschütternde Gleichgewicht, die Beweglichkeit der feinsten Stofftheilchen, welche die organischen Stoffe auszeichnet, ist die Ursache des Lebens nach dem Tode.

Schon eine Reihe von Mittelgliedern, welche die Eiweißkörper und die Fettbildner bei ihrem Untergang mit Ammoniak, mit Kohlensäure und Wasser verbindet, die Säuren der Dammerde, sind als die wichtigsten Träger erneuten Lebens zu betrachten.

Auch in dem lebenden Körper von Pflanzen und Thieren waltet in der Mehrzahl der Fälle eine Bewegung der feinsten Stofftheilchen, die sich von einem Bestandtheil auf andere überträgt. Die Stoffe, welche diese Bewegung im höchsten Grade und mit der fruchtbarsten Wirkung zeigen, sind die eiweißartigen oder eiweißähnlichen Körper.

Dammsaures, quellsaures, quellsatzsaures Ammoniak sind aber die Bestandtheile der Ackererde, die sich am leichtesten in Eiweiß verwandeln. Indem die Pflanze quellsatzsaures Ammoniak dem Boden entzieht, wird also gleich die Wurzel mit dem Stoffe bereichert, den wir hier nicht sowohl Hefe, nicht Gährungserreger, sondern Lebenserwecker nennen dürfen.

Verwesung und Fäulniß sind nicht eher zu Ende, bis aller organische Stoff verwandelt ist in Ammoniak, in Kohlensäure und Wasser. Dann sind auch die anorganischen Salze aus dem organischen Zusammenhang ausgeschieden.

In demselben Augenblick ist aber der Stoff befähigt zum Träger neuen Lebens zu werden. Kohlensäure, Wasser, Ammoniak und Salze vereinigt, sind vollkommene Nahrungsmittel der Pflanze, die keiner besonderen Weihe bedürfen, um Eiweiß, Zucker und Fett, um Pflanzen, Thiere, Menschen zu bilden.

Nicht auf die Großartigkeit dieses Kreislaufs wünschte ich hier den Blick zu lenken, sondern auf die Verhältnisse, durch welche der Kreislauf erst seine ganze stofflich herrschende Bedeutung erhält. Mit Recht giebt sich der Zergliederer nicht damit zufrieden, die fertige Form zu kennen, so wie sie in erwachsenen Pflanzen und Thieren gegeben ist. Die beharrlichsten Forschungen haben ihn vielmehr dazu geleitet, die Entwicklung der feinsten Form-

bestandtheile, das Werden des inneren Gefüges, die Entstehung des Werkzeugs zu verfolgen. Der Naturkundige, der, seine Aufgabe begreifend, die Lehre vom Leben als die Chemie und Physik von Pflanzen und Thieren betrachtet, erforscht auf gleiche Weise das Entwicklungsleben des Stoffs. Auf dem Gebiet der Form und auf dem der Mischung ist noch unendlich viel zu thun, bevor man alle Sprossen der beiden mit ihren Spitzen zusammentreffenden Leitern betreten haben wird, unter deren Bilde man sich die vorwärtsschreitende und die rückgängige Entwicklung vorstellen kann.

Dafür aber, daß die Entfaltung des Stoffs nach beiden Richtungen ohne Sprünge geschieht, daß fortschreitende Entziehung des Sauerstoffs die einfachsten Körper ganz allmälig organisirt, während diese nachher in ebenso stetigem Entwicklungsgang vom Sauerstoff dem vollständigen Zerfall entgegengeführt werden, dafür liegen so sichere Beweise vor, daß ein stoffliches Glaubensbekenntniß im heutigen Augenblick keiner inhaltsschweren Ahnung, keinem kühnen Seherspruch, sondern einer tief begründeten Ueberzeugung gleichzusetzen ist.

Wer vor der letzten Folgerung erschrickt, soll nicht forschen, er soll glauben. Und fühlt sich Jemand vom Glauben nicht befriedigt, so forsche er getrost, er wird den Muth des Wissens finden. Das Bewußtsein dieser Trennung macht aber jede Vermittlung unmöglich und

dadurch jede Feindschaft. Denn wer heute weiß und morgen glaubt, der ist weder heute, noch morgen ein ganzer Mensch, er ist im Kampfe nicht ebenbürtig. Zwischen Gläubigen und Forschenden ist aber kein Zusammenstoß möglich, denn sie gehen wissend entgegengesetzte Wege.

Sechszehnter Brief.

Der Stoff regiert den Menschen.

„Ein Haupthinderniß, weswegen die Deutschen im „Allgemeinen ihre Sprache nicht so leicht und fließend „reden, als andere Nationen, liegt in der Gebundenheit „der Zunge, welche mehrentheils von dem Genuß der „vielen Vegetabilien und fetten Speisen herkommt. Frei„lich haben wir hier zu Lande nichts Anderes zu ge„nießen, allein Mäßigkeit und Vorsicht können dabei „vieles thun und helfen.“ 201)

So läßt sich der alte Zelter an Göthe vernehmen, ein Mann, dem es Niemand streitig machen wird, daß er seine Anschauungen mit herzerfreuender Frische schöpfte aus dem derben Marke fruchtbarer Erfahrung. Die Naturwissenschaft ist kaum so weit, über Zelter's Erklärung ein Urtheil sprechen zu können. Nur das ist nicht zu bezweifeln, daß fette Speisen, um zu zerfallen, einer größeren Sauerstoffmenge bedürfen als Fettbildner. Bei einer gegebenen Größe der Lungen muß aber vom

Stoff des Körpers um so weniger umgesetzt werden, je mehr dieser Stoff, um zu verbrennen, Sauerstoff erfordert. Rascher Stoffwechsel dagegen macht geschmeidige und lebhafte Bewegungen möglich. Insofern nun Stimme und Sprache zuletzt von der Bewegung der Muskeln des Kehlkopfs, der Zunge und des Antlitzes beim Oeffnen des Mundes abhängen, dürfte wohl fetter Kost ein größerer Nachtheil auf den Fluß der Rede und die Leichtigkeit des Gesanges zugeschrieben werden müssen, als pflanzlicher Nahrung.

Aber gesetzt auch diese Erklärung wäre noch lange nicht zureichend und Zelter's Beobachtung reihte sich den vielen Erscheinungen an, deren regelrechte Ableitung aus einer vorher erzählten Thatsache noch nicht gelingt, so thut das dem Vertrauen, das die Erfahrung überhaupt verdient, nicht den mindesten Abbruch. Es verhält sich dann damit wie mit der Furcht der Sänger vor Nüssen und Mandeln, die noch einen weiteren Grund haben muß, als daß die feinen Theilchen jener Früchte leicht in die Stimmritze gelangen und dadurch eine nachtheilige Wirkung auf die Stimmbänder äußern.

Ich wollte nur an diese Erfahrungen, die dem Volksbewußtsein mehr oder minder geläufig sind, anknüpfen, um überhaupt zu zeigen, wie sehr unsere Zustände bedingt werden durch den Stoff, den wir von außen zuführen.

Viele Mitglieder auch der älteren Geschlechter haben es längst auf der Schulbank erfahren, daß Kochsalz zum Lebensunterhalt nothwendig sei, daß alle Völker, durch eine innere Nothwendigkeit getrieben, Kochsalz als einen Speisezusatz oder salzreiche Nahrung genießen, bevor man wußte, daß die Bildung des Knorpels ohne Kochsalz nicht möglich ist. Und auch jetzt, wo man es weiß, daß man das Kochsalz aus dem eben angeführten Grunde als Knorpelsalz zu betrachten hat, dürften nur Wenige im Volk eine Ahnung davon haben, wie tief man durch die einfache Zufuhr von Kochsalz die Beschaffenheit des Körpers umzustimmen vermag.

Ein vermehrter Genuß von Kochsalz hat nicht nur eine Zunahme des Salzgehalts und namentlich des Kochsalzes selbst im Blut zur Folge, sondern zugleich eine Bereicherung an Blutkörperchen, eine Verminderung des Wassers (Poggiale) und eine Verarmung an Faserstoff (Nasse)[202]. Jene Verminderung des Wassergehalts im Blut bedingt den Durst nach stark gesalzener Kost.

Obgleich Schrenk gefunden hat, daß die Menge des Eiweißes, die im Magensaft gelöst wird, durch den Zusatz von Kochsalz nicht vermehrt wird[203], haben doch Lehmann und Frerichs wiederholt eine Beschleunigung der Verdauung des Eiweißes in Folge kleiner Zusätze von Kochsalz beobachtet[204]. Und diese

Beobachtung findet die leichteste Erklärung darin, daß Frerichs durch die Einwirkung des Kochsalzes eine vermehrte Speichelabsonderung, Bardeleben und Frerichs eine gesteigerte Ansammlung des Magensafts wahrgenommen haben.[205])

Da nun der Speichel die Verdauung der Fettbildner einleitet, indem er Stärkmehl in Zucker umwandelt, da ferner der Magensaft die wichtigste Flüssigkeit ist, durch welche Auflösung der Eiweißkörper bewirkt wird, so ist es klar, daß mäßige Kochsalzgaben die Verdauung befördern müssen.

Boussingault hat uns gelehrt, daß Stiere, deren Futter mit Kochsalz vermischt war, ein besseres Ansehen, ein glattes glänzendes Haar bekommen, daß sie lebhafter sind ohne schwerer zu werden[206]). Demnach erleidet die Ernährung, die Entwicklung der Gewebe den Einfluß des Kochsalzes ebenso gut wie die Verdauung und das Blut.

Eine vermehrte Absonderung des Samens gab sich in Boussingault's Versuchen dadurch kund, daß bei den Stieren die Lust zu bespringen erhöht war. Ein vermehrter Uebergang vom Kochsalz in das Blut erhöht auch den Kochsalzgehalt im Speichel und Magensaft.

Bei reichlicher Zufuhr von Kochsalz nimmt die Menge des Stickstoffs zu, welche das Athmen durch Haut und

Lungen dem Körper entzieht (Barral, Regnault und Reiset)[207]. Und das vermehrte Zerfallen stickstoffhaltiger Gewebebildner verräth sich zugleich durch eine gesteigerte Ausfuhr von Harnstoff (Barral).

Wenn die Darreichung eines so einfachen Stoffs wie das Kochsalz, einer Verbindung, die nur aus Chlor und Natrium besteht, so tief eingreift in die Zustände des Körpers, wenn wir von Becquerel und Lehmann lernen, daß reichliches Wassertrinken genügt, um die Ausscheidung von Harnbestandtheilen beträchtlich zu steigern[208], dann werden wir uns wahrlich nicht wundern, daß eine bedeutendere Veränderung der Nahrung in dem ganzen Bereiche des Stoffwechsels ihren Einfluß geltend macht.

Es ist ein irriger Ausspruch, wenn wir bei Liebig lesen: „Brod und Fleisch oder vegetabilische und anima„lische Nahrung wirken in Beziehung auf die Funktionen, „welche die Menschen mit den Thieren gemein haben, auf „einerlei Weise, sie erzeugen in dem lebendigen Leibe die„selben Produkte.“[209])

Man könnte versucht sein, hieraus abzuleiten, daß es hinsichtlich der Nahrung gleichgültig sei für den Menschen, ob er sich den Fleischfressern oder den Pflanzenfressern zugesellt. Allein das glaubt Liebig selbst nicht. „Darin „liegt offenbar der hohe Werth“, heißt es an einer anderen Stelle, „den das ganze Fleisch als Nahrungsmittel

„besitzt; Heu und Hafer, Kartoffeln, Rüben, Brod bringen im lebendigen Leibe Blut und Fleisch hervor, aber „keines von allen diesen Nahrungsmitteln wiedererzeugt „Fleisch mit gleicher Schnelligkeit, wie Fleischnahrung und „stellt die in der Arbeit verbrauchte Muskelsubstanz mit „einem gleich geringen Aufwand von organischer Kraft „wieder her." [210])

Wie sollten sie auch, da es allgemein bekannt ist, daß Fleisch und Brod eine so wesentlich verschiedene Zusammensetzung besitzen?

Zunächst enthält das Brod in dem sogenannten Kleber ein Gemenge zweier eiweißartiger Körper, von denen der eine als ungelöstes Pflanzeneiweiß, der andere als Pflanzenleim beschrieben wird. Diese beiden Stoffe unterscheiden sich aber von dem Faserstoff des Muskelfleisches dadurch, daß sie schwieriger in den Verdauungssäften aufgelöst werden und weniger Sauerstoff enthalten. Das lösliche Eiweiß, das in dem von Blut und Nahrungssaft getränkten Fleisch vorhanden ist, führt mehr Schwefel als das lösliche Eiweiß des Brodes.

Wichtiger als die Unterschiede zwischen den eiweißartigen Stoffen von Fleisch und Brod, ist der zwischen den Fetten und Fettbildnern, von welchen jene im Fleisch, diese im Brod vorherrschen. Zwar fehlt es im Fleisch nicht an einer Zuckerart, dem von Scherer entdeckten

Muskelzucker *), und im Brode nicht an Fett. Aber während Stärkmehl und Zucker sehr reichlich im Brod vorhanden sind, ist im Fleisch das Fett in bedeutender Menge vertreten.

Stärkmehl und Zucker werden durch die Verdauung erst in Fett verwandelt, sie werden dabei in ihrem Gehalt an Sauerstoff verarmt. Ebenso müssen sich die eiweißartigen Körper des Brodes in die Eiweißstoffe des Bluts umsetzen. Schon dadurch wird es erklärt, daß das Blut des Menschen durch Fleisch rascher erneut wird als durch Brod, und mit dem Blut auch die Muskeln und andere Gewebe.

Um jedoch pflanzliche und thierische Nahrung mit einander zu vergleichen, hat man es mit weit schrofferen Gegensätzen zu thun als mit Fleisch und Brod. Fleisch und Gemüse oder Obst stehen an den äußersten Grenzen in der Reihe der vom Menschen benützten Nahrungsmittel.

Fleisch und Gemüse unterscheiden sich von einander nicht bloß durch die Eigenschaften ihrer Bestandtheile, sondern fast mehr noch durch die Mengenverhältnisse, in welchen die einzelnen Klassen der Nahrungsstoffe in denselben vertreten sind. Das Fleisch enthält in gleichen Gewichtstheilen durchschnittlich vierzigmal soviel eiweißartige Körper als die Gemüse, und in Folge des bedeu-

---

*) Inosit.

tenden Wassergehalts der letzteren steht auch die Menge der Fettbildner in denselben hinter dem Fettgehalt des Fleisches zurück.

Zu diesen durchgreifenden Unterschieden gesellt sich endlich noch eine wesentliche Verschiedenheit der Salze. Während nämlich im Fleisch die Basen, die Alkalien sowohl wie die Erden, ganz vorzugsweise an Phosphorsäure gebunden sind, stehen in den Salzen der Gemüsepflanzen organische Säuren im Vordergrunde. Diese organischen Säuren bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, und zerfallen im Blut durch die Aufnahme von Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser. Aepfelsaure, weinsaure, citronensaure Alkalien werden in kohlensaure Salze und Wasser umgewandelt.

Es bedarf wohl nicht der Erwähnung, daß es der stofflichen Auffassung des Lebens in seinen vielgestaltigen Erscheinungen für immer Hohn sprechen würde, wenn sich Liebig's Ausspruch bewährte, daß durch den Wechsel von thierischer und pflanzlicher Nahrung „im Leibe des „Menschen keine in den gewöhnlichen Zuständen wahr„nehmbare Veränderung der normalen Lebensprozesse her„beigeführt wird", daß „vegetabilische und animalische „Nahrung in Beziehung auf die Funktionen, welche die „Menschen mit den Thieren gemein haben, auf einerlei „Weise wirken, daß sie in dem lebendigen Leibe dieselben „Produkte erzeugen." 211)

Die nächste Wirkung äußern Fleisch und Pflanzenkost auf das Blut, und zwar wird ein Unterschied in der Wirkung beider Nahrungsmittel von Liebig selbst auf's Bestimmteste zugegeben [212]. Wir wissen durch eine höchst lehrreiche Untersuchung Verdeil's, daß bei Fleischkost im Blut die phosphorsauren Salze vorherrschen, dagegen die kohlensauren Salze, wenn die Nahrung in Gemüsen und Kräutern besteht. [213]

Weil aber die eiweißartigen Stoffe der grünen Pflanzentheile in Eiweiß und Faserstoff des Bluts, weil die Fettbildner der Kräuter in Fette umgewandelt werden müssen, so beginnt der Unterschied in der Wirkung von Fleisch und Gemüsen nicht etwa erst beim fertigen Blut, sondern bereits in der Blutbildung, in der Verdauung. Die Nahrungsmittel werden um so leichter und rascher verdaut, je näher ihre Nahrungsstoffe mit den Bestandtheilen des Bluts übereinstimmen. Fleisch ist demnach nicht nur besser als Brod, sondern namentlich auch besser als die Gemüse zur Blutbildung geeignet.

Und dieser Satz gilt doppelt, wenn wir nicht sowohl die Eigenschaften als vielmehr die Mengenverhältnisse der Nahrungsstoffe, in beiden Nahrungsmitteln in's Auge fassen. Daß die Eiweißstoffe des Bluts durch Fleischkost eine Zunahme, durch Pflanzenkost eine Abnahme erleiden, hat Lehmann bereits vor mehr als zehn Jahren durch Untersuchungen erwiesen, die er an sich selber an-

stellte[214]). Ebenso hat uns Nasse gelehrt, daß das Blut nach Fleischkost einen beträchtlich größeren Fettgehalt führt, als nach pflanzlicher Nahrung.[215])

Also die Eiweißstoffe, das Fett und die Salze gestalten sich im Blut je nach der Nahrung verschieden, und es ist demnach für das erste Ergebniß in der Entwicklung der Nahrung nichts weniger als gleichgültig, ob wir Fleisch oder Gemüse genießen.

Wenn aber das Blut, das wir als die Mutterflüssigkeit der Gewebe, der Absonderungen und Ausscheidungen des Körpers betrachten müssen, sich nach der Nahrung richtet, so ist es klar, daß sich dieser oberste Unterschied durch alle Vorgänge des Lebens erstrecken muß. Das allgemeine Gefühl von Wohlbehagen, das wir als Sättigung bezeichnen, ist durch einen richtigen Ernährungszustand der Nerven bedingt. Eine gesunde Eßlust wird bekanntlich von Fleisch gestillt, von Salat aber nicht. Diese Verschiedenheit beruht auf der mangelhaften Ernährung der Nerven beim ausschließlichen Genuß von Salat, die mangelhafte Ernährung auf einer unvollständigen Blutbildung.

Durch den Unterschied in der Zusammensetzung des Bluts begreifen wir die Berichte der Reisenden über die Muskelkraft der jagenden Indianerstämme, während die von Obst und Kräutern lebenden Bewohner vieler Inseln der stillen Südsee nur schwache Leistungen mit ihren zar-

ten Muskeln vollführen können. Da die Muskeln im Wesentlichen aus einem eiweißartigen Körper, aus Fett und phosphorsauren Salzen bestehen, so müssen derbe Muskeln vorzugsweise aus der Nahrung hervorgehen, die, wie das Fleisch, das Blut reichlich mit Eiweißstoffen, mit Fett und phosphorsauren Salzen versorgt. Diese Versorgung geschieht durch Fleischkost nicht bloß reichlich, sondern auch in günstigen Verhältnissen.

Auch die Absonderungen richten sich nach dem Blut. Stickstoffreiche Nahrung vermehrt nicht nur die Menge der Milch, sondern auch in der Milch die Menge der Butter. Nahrhafte Fleischkost, zumal wenn sie von Fettbildnern, von Reis; Kartoffeln, leichten Mehlspeisen unterstützt wird, bereichert die Milch, während diese verarmen muß beim ausschließlichen Genuß von Obst und Gemüsen.

Ein und dasselbe Thier athmet nach Pflanzenkost mehr Kohlensäure aus als nach dem Genuß von Fleisch. In der pflanzlichen Nahrung sind die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden organischen Körper, die Fettbildner, reicher an Sauerstoff als die Fette der Thierkost. Sie erfordern demnach eine geringere Sauerstoffmenge, um zu Kohlensäure und Wasser zu verbrennen. Wird gleichviel Sauerstoff aufgenommen, dann muß das Fleisch weniger Kohlensäure liefern als die Kräuter.

Der Harn läßt schon durch eine leicht wahrnehmbare Eigenschaft erkennen, ob die Nahrung in Fleisch oder in pflanzlichen Speisen bestand. Bei Fleischfressern ist der Harn sauer, er röthet ein blaues Lackmuspapier, bei Pflanzenfressern ist er alkalisch, er ertheilt dem rothen Lackmuspapier eine blaue Farbe. Und der Unterschied hängt wirklich von der Nahrung ab. Beim Menschen genügt es, ein Gericht von Aepfelmus zu verzehren, um den sauren Harn in einen alkalischen zu verwandeln. Der Harn von Kaninchen wird sauer, wenn man ihnen Fleisch gewaltsam durch den Schlund beibringt oder Fleischbrühe in ihre Adern spritzt (Bernard).

Bei dem ausschließlichen Genuß von Pflanzenkost wird in vierundzwanzig Stunden viel weniger Harnstoff entleert, als wenn die Nahrung nur in Fleisch oder Eiern besteht (Lehmann, Frerichs). Ja, dieser Einfluß spricht sich bei verschiedenen Völkern sogar deutlich aus, je nachdem sie mehr oder weniger Fleisch zu ihrer Mahlzeit verwenden. Franzosen entleeren im Verlauf eines Tages weniger Harnstoff als die Deutschen, und diese werden in der Harnstofferzeugung bedeutend von den Engländern übertroffen. Es läßt sich aber aus genauen Zahlenbelegen ermitteln, daß eine gleiche Anzahl Menschen in London sechsmal soviel Fleisch verzehrt als in Paris.[216])

Ebenso steht es fest, daß die Menge der schwefelsauren

und phosphorsauren Salze im Harn durch Fleischkost zunimmt (Lehmann). Ein Theil der Schwefelsäure und der Phosphorsäure, die in diesen Salzen mit Alkalien und Erden verbunden sind, rührt von verbranntem Schwefel und Phosphor der Eiweißstoffe her; nur zum Theil wurden jene Säuren als solche in den Körper gebracht.

Wenn aber Blut und Gewebe, wenn Milch und Harn und ausgeathmete Luft, wenn mit Einem Worte alle stofflichen Vorgänge des Körpers sich verändern, wenn wir nur von Pflanzen oder nur von Thieren leben, dann werden wir uns nicht darüber wundern, daß ausschließlich dem Pflanzenreich oder dem Thierreich entlehnte Kost auch die Zustände des Menschen beherrscht, die sich in seinem Thun und Lassen offenbaren. Wir werden uns nicht dagegen sträuben können, wenn man die Feigheit und Unselbständigkeit der Hindus mit den Kräutern, von denen sie leben, in Zusammenhang bringt, nachdem uns Haller schon berichtet hat, daß er sich jedesmal über eine gewisse Trägheit und Unlust zur Arbeit zu beklagen hatte, wenn er sich Tage lang auf Pflanzenkost beschränkte. Unter Umständen sagt jedoch ausschließliche Fleischnahrung dem Menschen ebenso wenig zu. Villermé erzählt, daß in dem spanischen Kriege eine Heeresabtheilung, der er selber angehörte, sechs bis acht Tage lang darauf angewiesen war, von Fleisch zu leben. Die Mannschaft

wurde von Durchfall, Magerkeit und einer ganz erstaunlichen Schwäche befallen.[217])

Trotzdem steht es durch zahlreiche Beobachtungen und zum Theil durch Erfahrungen, die in einem großartigen Maaßstabe gewonnen wurden, fest, daß der Mensch den Thieren gegenüber eine bevorzugte Stellung seiner Fähigkeit verdankt, bald ausschließlich von Pflanzen, bald nur von Thieren zu leben. So genießen nach Wilkes die Indianer des Oregongebiets zu manchen Jahreszeiten beinahe nur Wurzeln, deren mehr als zwanzig meist wohlschmeckende Arten dort einheimisch sind. Weil die Wurzeln zu verschiedenen Jahreszeiten reifen, ziehen die Bewohner von der einen Wurzelgegend in die andere [218]). In Malabar, wo der Glaube an das Wandern persönlicher Seelen noch haust, wo man Krankenhäuser für die Thiere hat und Ratten in Tempeln auffüttert, ist das Tödten von Thieren verboten, und ebenso beschränken sich die Peguaner aus Aberglauben auf Pflanzenkost. Heiße Gegenden, in denen das Athmen langsamer von Statten geht, machen vorherrschende Pflanzennahrung häufig zum Bedürfniß. Viel häufiger aber zwingt die Noth zu ausschließlichem Fleischgenuß. Neu-Holland und van Diemensland, deren Pflanzenwelt sich nach Lesson auszeichnet durch trockne, harte, schmale, magere Blätter, welche in den traurigen Wäldern die Dürre des Bodens wiederspiegeln, ist so arm an nahrhaften

Früchten und Wurzeln, daß die Einwohner beinahe auf Fleischspeisen beschränkt sind. Es ist allgemein bekannt, daß Kamtschadalen und Isländer, Lappländer und Samojeden einen großen Theil des Jahres nur von Fischen leben können. Die Jäger in den Prairien Amerikas nähren sich ausschließlich mit Büffelfleisch.

Wer aber hieraus mehr ableiten wollte, als die große Biegsamkeit der menschlichen Natur, die sich den ungünstigsten Verhältnissen anschmiegt, würde sich einer ganz einseitigen Betrachtung unsrer wahren Bedürfnisse schuldig machen. Und Rousseau, wenn er dem Menschen ausschließlich pflanzliche Nahrung vorschreibt, entspricht dadurch dem Naturzustande ebenso wenig, wie Helvetius, wenn er nur Fleischkost gewähren will.

Hier, wie überall, bietet uns die Entwicklungsgeschichte der Nahrung den sichersten Anhaltspunkt, um die Wahl der Speisen richtig zu beurtheilen. Die Nahrungsstoffe verwandeln sich in Blutbestandtheile. Da aber alle Stoffe des Fleisches denen des Bluts ähnlicher sind, also leichter verdaut, leichter in Blut verwandelt werden, als pflanzliche Nahrungsstoffe, so ergiebt sich schon hieraus, daß der wichtigste, der ursprünglichste Vorgang im menschlichen Leben, die Blutbereitung, mehr als gebührlich erschwert werden müßte, wenn wir nur Brod und Früchte genießen wollten. Unsre pflanzlichen Nahrungsmittel enthalten mit seltenen Ausnahmen so wenig

Fett, daß dadurch die Fettbildung beinahe ganz den menschlichen Verdauungswerkzeugen überwiesen würde. Nur durch Verarmung der Fettbildner an Sauerstoff können Stärkmehl und Zucker in die Fette des Bluts übergehen. Wenn dem menschlichen Körper eine übermäßige Fettbildung zugemuthet wird, dann sinkt er auf die Stufe des pflanzlichen Stoffwechsels hinab. Das Geschäft der Fettbildung darf im Menschenleib gewisse Grenzen nicht überschreiten, wenn das Leben des Menschen nicht zum Vegetiren herabgewürdigt werden soll.

Lebt aber der Mensch bloß von Fleisch, dann muß die Thätigkeit des Athmens mehr als gewöhnlich gesteigert werden, wenn die Ernährung und Rückbildung einander das richtige Gleichgewicht halten sollen. Die im Fleisch so reichlich vorherrschenden Eiweißkörper und mehr noch das Fett erfordern, um gleiche Mengen von Kohlensäure zu erzeugen, viel mehr Sauerstoff als die Fettbildner der Pflanzen. Weil aber die Sauerstoffmenge, die wir einathmen, nicht allein von der Nahrung abhängt, ja sogar bei sehr verschiedener Nahrung eine gegebene sein kann, so tritt bei ausschließlicher Fleischkost eine Ueberladung der Gewebe ein, und es entstehen oft Blutanhäufungen im Hirn oder andere krankhafte Zustände, in deren Folge der Mensch eine weniger gedeihliche Wirksamkeit entfaltet.

Es kann überhaupt nicht oft genug wiederholt wer-

den, daß des Menschen Ansprüche an die Nahrung damit nicht befriedigt sind, daß sie ihm überhaupt die Erneuerung seiner Blutbestandtheile und Gewebebildner möglich machen. Fristung des Lebens durch die Nahrung ist, wenn wir von Zwecken reden, zwar die nächste Aufgabe. Aber das Leben soll wirken, der Stoff, der des Menschen Leib erneuert, soll menschlich arbeiten. Darum gilt es, die Nahrung so zu vertheilen, daß uns nicht eine an das Pflanzenleben erinnernde, übermäßige Fettbildung auferlegt wird und daß wir nicht jagen müssen, wie die Wölfe, um die genossene Fleischkost zu verathmen.

Ausschließliche Pflanzennahrung läßt viele Stoffe ungelöst im Darmkanal zurück. Rawitz, dem wir eine recht fleißige Arbeit über die Nährkraft der Speisen und Getränke verdanken, leerte bei Pflanzenkost eine größere Menge von Koth aus, als bei dem ausschließlichen Genuß von Fleisch[219]. Und wenn wir unter den pflanzlichen Nahrungsmitteln die weniger günstigen auswählen, Kartoffeln oder Kohl, dann müssen wir das Verdauungsrohr mit einer außerordentlichen Menge von sehr schwer löslichem Zellstoff beladen, um mit der Nahrung so viel Stoffe einzuführen, wie zu einer regelmäßigen Blutbildung erforderlich ist. So schleppt man mit dem Körper ein ganz nutzloses Gewicht als Ballast herum, dessen Entleerung einen Aufwand von Bewegung erfordert, der ohne einen Verlust an Kraft für andere Verrichtungen

nicht möglich ist. Gar nicht selten fehlt die Kraft, welche diese Ausleerung erheischt. Wir sehen bisweilen durch einseitige und kräftige Pflanzenkost, Brod, Hülsenfrüchte, Verstopfung entstehen. Ich habe schon oben mitgetheilt, daß umgekehrt ausschließliche Fleischnahrung eine Neigung zum Durchfall herbeiführen kann.

Während diese in der Nahrung selbst gelegenen Gründe der gemischten Kost für den Menschen das Wort reden, lassen sich nicht minder wichtige aus dem Bau der Verdauungswerkzeuge ableiten. Schon die Zähne weisen darauf hin. Die Raubthiere sind durch ihre spitzen Zähne zum Zerreißen des Fleisches, die Wiederkäuer durch ihre sehr entwickelten gefurchten Backenzähne zum Mahlen der Pflanzenkost befähigt. Die Zähne des Menschen stehen zwischen beiden; sie können Fleisch zerschneiden und Körner zermalmen. Ebenso ist der Unterkiefer des Menschen nach den Seiten minder beweglich, als bei Kühen und Schaafen, dagegen beweglicher als bei Löwen und Katzen.

Stärkmehl ist in sehr vielen pflanzlichen Nahrungsmitteln der wichtigste Nahrungsstoff. Die Umwandlung des Stärkmehls in Zucker und Fett geschieht vorzugsweise durch Speichel und Bauchspeichel. Unsere Wiederkäuer und Pferde sind durch die Größe ihrer Speichel- und Bauchspeicheldrüsen bekannt, während die Fleischfresser verhältnißmäßig kleine Speicheldrüsen besitzen. Die

Pflanzenfresser sind durch ihre großen Speicheldrüsen im Stande, Stärkmehl und sogar Zellstoff in großer Menge zu verdauen. Man kann Sägmehl, das beinahe nur Zellstoff als Fettbildner enthält, zum Mästen benützen, und die Wiederkäuer, die von Gras leben, sind beinahe ganz auf Zellstoff zur Fettbildung angewiesen. Beim Menschen sind die Speicheldrüsen groß genug, um Fettbildner verdauen zu können. Wenn man aber den Menschen ausschließlich mit Brod und Kräutern ernährt, dann wird den Speicheldrüsen eine übermäßige Thätigkeit auferlegt.

Der Magen stellt beim Menschen einen quer in der Leibeshöhle gelegenen Schlauch dar, der mit einem großen Blindsack versehen ist. Dieser Blindsack ist bei Katzen und Hyänen wenig entwickelt. Bei den Wiederkäuern ist dagegen ein vierfacher Magen vorhanden. Während bei den blutsaugenden Fledermäusen der Darmkanal die Körperlänge nur um das Dreifache übertrifft, besitzt das Schaaf einen Darm, der achtundzwanzigmal so lang ist wie der Körper. Beim Menschen ist die Länge des Darmkanals die sechsfache der Körperhöhe.

Je länger aber der Darmkanal und je mehr der Magen entwickelt ist, desto länger wirken die Verdauungsflüssigkeiten auf die Nahrung ein. Wenn nun die Wiederkäuer in ihren langen, vielfach gewundenen Darmkanal eine beträchtliche Menge Speichel und Darmsaft

ergießen, dann ist es nicht zu verwundern, daß sie Nahrungsstoffe auflösen können, welche beim Menschen für unverdaulich gelten. Die größere Länge des Darmkanals und der Blindsack des Magens befähigen dagegen den Menschen zu größeren Leistungen in der Blutbildung, als die Raubthiere.

Will man, wie so oft, den Naturzustand des Menschen nach einem Thier mit ähnlichem Bau beurtheilen, dann finden wir beim Orang-Outang die größte Uebereinstimmung mit unseren Verdauungswerkzeugen. Der Orang-Outang aber frißt Fleisch und Früchte. Der Schlankaffe*) dagegen, welcher nach Otto einen geräumigen Magen besitzt, der durch Einschnürungen in vier Höhlen abgetheilt ist, nährt sich von Wurzeln und Kräutern.

So finden wir denn die Mischung der Nahrungsmittel und den Bau der Verdauungswerkzeuge gleich sehr im Einklang mit der am weitesten verbreiteten Sitte, die den Menschen zum gemischten Genuß von Fleisch und Brod, von Obst und Gemüsen führt. Die Vorschläge von Rousseau und Helvetius, gleichviel in welcher Form sie auftauchen, sind daher als Mißverständnisse der geeigneten Lebensbedingungen des Menschen oder als Aberglaube und Grille zu verwerfen.

---

*) Semnopithecus.

Bis auf einen gewissen Grad kann die nachtheilige Wirkung einseitiger Nahrung durch die Lebensweise ausgeglichen werden. Jäger-Völker und Fleischkost vertragen sich mit einander, weil die Rührigkeit der Jagd das Athmen kräftigt und eine reichlichere Ausscheidung von Kohlensäure zur Folge hat. Die Stoffe, die aus dem Fleisch in die Gewebe übergehen, verdanken die größere Sauerstoffmenge, die sie erfordern, der Muskelanstrengung, welche die Jagd mit sich bringt. Ebenso wird die Verdauungsthätigkeit gekräftigt durch körperliche Arbeit in freier Luft. Darum kann sich der Taglöhner sättigen mit Brod, mit Erbsen und Bohnen, ohne für die Ansprüche, die sein Beruf an ihn macht, nothwendiger Weise seinem Körper zu schaden.

Schwache Verdauungswerkzeuge und wenig Bewegung machen es dem Menschen unmöglich, von Pflanzenkost zu leben. Bejahrte Männer, deren Leben am Aktentisch verläuft, brauchen durchaus kräftige Fleischbrühen und häufig gebratenes Fleisch. Wildprett ist ihnen ganz besonders zuträglich. Sie müssen viel Nahrungsstoff in einem mäßig kleinen Umfang erhalten. Nicht bloß die Armen, auch die in den Staub der Amtsstuben gebannten Wächter des Staats müssen sich besser, zweckmäßiger nähren, wenn wir behaglichere Zustände gewinnen sollen.

Es ist seit längerer Zeit bekannt, daß man in kalter

Winterluft und im Norden mehr Kohlensäure ausathmet, als in der Schwüle des Sommers. Schönbein hat uns diese Erscheinung befriedigend erklärt. Früher hat man geglaubt, den Schlüssel der Erscheinung darin zu finden, daß im Winter die kalte, verdichtete Luft in gleichem Raum ein größeres Gewicht an Sauerstoff enthielte, als im Sommer. Donders hat schon mit Recht dagegen bemerkt, daß die eingeathmete Luft zu rasch erwärmt wird, um annehmen zu können, daß wirklich im Winter eine größere Sauerstoffmenge in die Lungenbläschen eindringt, als im Sommer [220]). Offenbar würde aber dasselbe erreicht werden, das heißt eine raschere Verbrennung der Gewebebildner und der Blutstoffe, wenn die Lungen statt einer größeren Menge einen kräftiger wirkenden Sauerstoff aufnehmen könnten. Schönbein nun hat uns einen solchen kennen gelehrt.

Der Sauerstoff wirkt nämlich ungleich kräftiger, wenn er vom Licht, von elektrischen Entladungen, durch Phosphor oder andere Stoffe erregt wird. Dieser erregte Sauerstoff, welcher nach Baumert's Untersuchungen von einer Verbindung des Wasserstoffs mit sehr vielem Sauerstoff begleitet ist, welcher einen Theil dieses Sauerstoffs mit großer Leichtigkeit abgiebt, verbindet sich unmittelbar mit Stickstoff zu Salpetersäure und leitet überhaupt Verbrennungen ein, welche der gewöhnliche Sauerstoff nicht bewirken kann. Wenn man einen Bogen ungeleimten

Papiers mit Schwefelarsenik*) gelb färbt und darauf den Bogen mit einem ausgeschnittenen Blatt schwarzen Glanzpapiers stellenweise vollkommen beschattet, während andere Stellen dem Sonnenlicht ausgesetzt sind, dann werden die vom Licht beschienenen Stellen in einigen Wochen entfärbt. Wenn man das Glanzpapier wegnimmt, dann stechen die Stellen, die von der Sonne beschienen waren, schön weiß ab gegen den gelben Grund, der sich im Schatten befunden hat. Heftet man die Augen auf das Blatt, dann schimmern nach einiger Zeit die weißen Stellen, Buchstaben zum Beispiel, im violetten Nachbild. Der vom Licht erregte Sauerstoff hat das Schwefelarsenik zu schweflichter Säure und arsenichter Säure verbrannt (Schönbein).

Im Winter nun enthält die Luft nach Schönbein mehr erregten Sauerstoff als im Sommer. Abgesehen von anderen Ursachen, welche den Gang der Athembewegungen beherrschen, muß dieser reichlichere Gehalt an erregtem Sauerstoff im Winter einen rascheren Stoffwechsel, eine vermehrte Ausathmung von Kohlensäure zur Folge haben. Und so hat es Vierordt wirklich gefunden.

Daher verträgt man im Norden Fleisch und Fett und Thran, während man innerhalb der Wendekreise nur

---

*) Auripigment, das man in Kali oder Ammoniak auflöst.

vorherrschend Fleisch zu genießen braucht, um von gefährlichen Leberkrankheiten befallen zu werden. Die Bewohner heißer Himmelsgegenden können reichliche Fleischmahle nicht verathmen.

Ein merkwürdiger Irrthum hat sich bei Liebig eingeschlichen, indem er jenen Nachtheil des Fleisches durch Branntwein ausgleichen will. „Daher denn", sagt Liebig, „die dem fleischessenden Menschen innewohnende Neigung zu Branntwein." [221])

Aber der Nachtheil, der dem Fleisch in dieser Beziehung anklebt, besteht nicht darin, daß das Fleisch dem Sauerstoff einen zu schwachen Widerstand entgegensetzen sollte, sondern gerade im Gegentheil darin, daß Eiweiß und Fett des Fleisches eine größere Menge Sauerstoff erfordern, als der Mensch im Süden einathmet. Nun wird aber beim Genuß von geistigen Getränken nach Vierordt's schönen Untersuchungen die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure verringert. Außerdem stammt ein Theil der ausgehauchten Kohlensäure in diesem Fall vom Weingeist des Weines, des Branntweins. Während dem Fleisch und den Gewebebildnern, die es lieferte, mehr Sauerstoff zugeführt werden müßte, wird gerade umgekehrt durch den Genuß von Branntwein noch ein Theil des eingeathmeten Sauerstoffs dem Fett und Eiweiß des Körpers entzogen. Darum erweist sich Branntwein bei Fleischkost im Norden nützlich. Durch die Verbrennung

des Weingeistes wird nämlich Eigenwärme entwickelt, ohne daß das Fett verbrennt, das als schlechter Wärmeleiter, wenn es unter der Haut angesammelt ist, den Körper vor der Kälte schützt. Im Süden dagegen wird der Nachtheil einer zu üppigen Ernährung mit Fleisch durch gleichzeitige Anwendung geistiger Getränke noch gesteigert. Die Gewebe und das Blut werden auf krankhafte Weise mit Fett geschwängert, weil der in's Blut übergehende Alkohol der Einwirkung des Sauerstoffs auf das Fett ein Hinderniß entgegensetzt. Wenn ein Chinese auf Java auch nur in mäßiger Menge, wie der Samojede, Talglichter und Branntwein verzehren wollte, dann würde er unfehlbar zu Grunde gehen.

Nicht weil der Wein ein „Athemmittel" wäre, kann man, wenn man Wein trinkt, viel weniger Mehlspeisen genießen, als ohne Wein [222]), sondern deshalb, weil wir im ersteren Falle weniger Kohlensäure ausathmen, weil weniger Harnsäure zu Harnstoff verbrannt wird, weil wir weniger ausscheiden. Wir nehmen weniger auf, weil wir weniger ausgeben. Und gerade weil Fett viel Sauerstoff erfordert, um zu verbrennen, und in Folge des Weingenusses weniger Kohlensäure ausgeathmet wird als sonst [223]), verliert sich der Geschmack an Wein, wenn Menschen viel Leberthran zu sich nehmen.

Hiernach ergiebt sich sonnenklar die Unrichtigkeit der folgenden Betrachtung Liebig's: „Wenn der Arbeiter

„durch seine Arbeit weniger verdient, als er zur Erwer-
„bung der ihm nothwendigen Menge von Speise bedarf,
„durch welche seine Arbeitskraft völlig wiederhergestellt
„wird, so zwingt ihn eine starre unerbittliche Naturnoth-
„wendigkeit, seine Zuflucht zum Branntwein zu nehmen;
„er soll arbeiten, aber es fehlt ihm wegen der unzu-
„reichenden Nahrung täglich ein gewisses Quantum von
„seiner Arbeitskraft. Der Branntwein, durch seine
„Wirkung auf die Nerven, gestattet ihm die fehlende
„Kraft auf Kosten seines Körpers zu ergänzen,
„diejenige Menge heute zu verwenden, welche natur-
„gemäß erst den Tag darauf zur Verwendung hätte
„kommen dürfen; er ist ein Wechsel, ausgestellt auf die
„Gesundheit, welcher immer prolongirt werden muß,
„weil er aus Mangel an Mitteln nicht eingelöst wer-
„den kann; der Arbeiter verzehrt das Kapital an Statt
„der Zinsen, daher denn der unvermeidliche Bankerott
„seines Körpers." 224)

Es ist aber unrichtig, daß der Arbeiter Bankerott macht, wenn er sein Blut, als den Erhalter der Gewebe, durch Branntwein unterstützt. Dadurch spart er Fett und Eiweiß, statt mehr auszugeben. Ich wiederhole es, sowohl durch Scharling's, wie durch Vierordt's Versuche, ist es erwiesen, daß der Genuß geistiger Getränke die Menge der Kohlensäure, die der Mensch in einer gegebenen Zeit ausathmet, vermindert. Also

wird nicht heute diejenige Menge verwendet, „die natur„gemäß erst den folgenden Tag zur Verwendung hätte „kommen dürfen.“ Im Gegentheil, die Ausgaben des Körpers werden gemäßigt, aber auf Kosten der Kraft und zuletzt auch auf Kosten des Beutels. Der Weingeist ist ein Sparmittel der Gewebe, aber besser, als Gewebe sparen, ist es, für ihren Umsatz und für Kraftäußerung sorgen, indem man sie erneuert. Wenn das der Einzelne immer könnte, er würde gewiß zum Fleisch greifen und nicht zur Flasche. Und darin hat Liebig unter den jetzigen Verhältnissen unstreitig Recht, daß „eine starre „unerbittliche Naturnothwendigkeit den Arbeiter zwingt, „seine Zuflucht zum Branntwein zu nehmen.“

Ich weiß nicht, aus welcher gemeinsamen Quelle schöpfend George Sand und Liebig beide den Wein die Milch der Greise nennen [225]). Sicher aber ist es, daß Beide Recht haben. Der Stoffwechsel ist beim Greise ausgezeichnet durch ein Mißverhältniß zwischen Ausgaben und Einnahmen. Während Athmung, Rückbildung und Ausscheidung, wenngleich geschwächt, fortdauern, leiden Verdauung, Blutbildung und Ernährung ungleich mehr. Für den Greis ist es eine Lebensfrage, Stoff und Kraft zu sparen, weil die Erneuerung des Körpers nicht mehr im Gleichgewicht ist mit den Vorgängen des Zerfallens. Aber Wein mäßigt die Ausgaben, vermindert die Kohlensäure, die ausgeathmet, die Harnsäure, die zu Harnstoff

verbrannt wird. Ein guter, alter Wein, in mäßiger Menge genossen, vermehrt außerdem den Magensaft, diejenige Flüssigkeit, welche vor allen die Verdauung der Eiweißstoffe bewirkt. Hufeland rühmt ein Glas guten Malagaweins als ein vortreffliches Mittel, um den Schlaf bei alten Leuten zu befördern. Nennt man denn nicht mit Recht den Wein die Milch der Greise, wenn er ihre Verdauung und ihren Schlaf, also die Bildung von Blut und Geweben befördert, wenn er zugleich unmittelbar, indem er das Athmen mäßigt, die Stoffe des Körpers spart?

Für Armenhäuser, in welchen Hochbejahrte verpflegt werden, ist ein guter, alter Wein ein durchaus ebenso unerläßliches Bedürfniß, wie in den Findelhäusern gute Milch.

Viel weniger deutlich, als beim Wein, läßt sich im Einzelnen die Wichtigkeit von Thee und Kaffee für den Körper des Menschen erweisen. Prout hat indeß gefunden, daß starker Thee die Menge der Kohlensäure, die wir ausathmen, vermindert; und in neuester Zeit hat Julius Lehmann die Angabe Böcker's bestätigt, daß der Theestoff die Ausscheidung des Harnstoffs vermindert.[225 a)]

Liebig's Vergleich von Kaffee und Thee mit der Fleischbrühe entbehrt jeglichen Grundes, in den Augen

des Chemikers ebensowohl, wie in denen des Physiologen. Die Aehnlichkeit jener Getränke gründet sich nach Liebig auf den geringen Unterschied in der Zusammensetzung zwischen der Fleischbasis und dem Theestoff [226]. Allein diese Aehnlichkeit ist rein äußerlich. Die Aehnlichkeit zwischen Ameisensäure und Buttersäure ist weit größer, und doch bringt Ameisensäure dem Körper nicht den allermindesten Nutzen. Und selbst wenn es möglich wäre, durch verhältnißmäßig schwache Eingriffe den Theestoff in die Fleischbasis zu verwandeln, dann noch würde der Physiologe daraus für den Thee keine Bedeutung ableiten können, weil die Fleischbasis den Stoffen der Rückbildung angehört und entweder rasch in Harnstoff und andere Stoffe zerfällt, oder selbst mit dem Harn als Schlacke aus dem Körper entfernt wird. — Thee und Kaffee sind durchaus nicht als nahrhaft zu bezeichnen.

Allein der unendlichen Wichtigkeit von Thee und Kaffee kann es keinen Abbruch thun, daß Liebig eine irrige Erklärung dafür beigebracht hat. Ueber den Werth von Kaffee und Thee hat das Leben gerichtet.

Es ist so oft wiederholt worden, daß Kaffee und Thee als wesentlichsten Bestandtheil einen und denselben Körper enthalten, daß der Theestoff *) in jeder Bezie-

*) Thein.

hung mit dem Kaffeestoff *) übereinstimmt, daß man diese Thatsache als jedem Laien bekannt voraussetzen darf. Wie nun, wenn die Bewohner Brasiliens und Paraguays den Maté oder Paraguaythee nicht entbehren können und eben dieser Paraguaythee nach Stenhouse wiederum Theestoff enthält?

Fürwahr, um die Fleischbasis in den Körper zu bringen, bedürfen wir des Theestoffs nicht, von dem es nicht einmal wahrscheinlich gemacht ist, daß er sich in die Fleischbasis verwandeln könne. Jeder, der es versucht hat, weiß auch, daß die Wirkungen von Thee und Kaffee selbst durch die kräftigste Fleischbrühe nicht zu ersetzen sind.

Auf die Hirnthätigkeit üben Thee und Kaffee eine unverkennbare Wirkung [227]). Wie dieser Einfluß zu Stande kommt, das heißt, welche stoffliche Veränderung Kaffee und Thee im Gehirn hervorrufen, ist bisher nicht bekannt. Nur das ist offenbar, daß das wahlverwandtschaftliche Bedürfniß der Menschheit nach Kaffee und Thee um so unabweisbarer und allgemeiner geworden ist, je größer die geistigen Anforderungen wurden, welche die Entwicklung der Zeit an das ganze Geschlecht zu stellen hat. Will man diese Wahlverwandtschaft als Instinkt bezeichnen, so wird damit ganz richtig ausgedrückt, daß sich der Einzelne ihrer Gründe nicht bewußt ist. Allein

---

*) Caffein.

ich glaube nicht, daß Donders die Macht des Bedürfnisses in der That verkleinert hat, indem er zu beweisen versuchte, daß der Instinkt, der zum Genuß von Kochsalz und von reizenden Getränken treibt, nicht angeboren, sondern erworben sei[227 a]. Auch der Instinkt des Menschen ist eine ewig im Werden begriffene Größe, die aber in jedem einzelnen Augenblick der Geschichte die ganze Geltung hat, welche sie der Tragweite ihrer Ursachen verdankt. Deshalb beherrscht uns der erworbene Instinkt mit derselben Gewalt, die wir dem angeborenen zugestehen. Der Instinkt verewigt sich, wenn es dem denkenden Forscher gelingt, ihn auf vernünftige Gründe zurückzuführen; er wird allmälig überwunden, wenn man beweisen kann, daß er aus einer unvernünftigen Gewohnheit abgeleitet werden muß. Ob er angeboren ist oder erworben, ist für die Lebensfragen, deren Beantwortung uns hier beschäftigt, von gar keiner Bedeutung, da der erworbene Instinkt beweist, daß auch der angeborene abgelegt werden kann, während die Macht der Bildung dem erworbenen Instinkte das Siegel der Herrschaft verleihen kann.

Die sittliche und geistige Thätigkeit des Menschengeschlechts sind in stetem Wachsen begriffen. Zur Ernährung bedurfte es des Thees und Kaffees nicht. Es muß sogar mit Nachdruck wiederholt werden, daß beide Getränke nur eine ganz unerhebliche Menge Nahrungsstoff ent-

halten. Und doch ist in Deutschland dem Armen Kaffee Bedürfniß wie dem Reichen, und vor dem 17. Jahrhundert kannte ihn der Reiche als regelmäßiges Bedürfniß so wenig wie der Arme. Nun ist es leicht zu sagen: kaufe dir statt Kaffee Fleisch. Wir reiben uns an einander sittlich und geistig. Es wird durch Vermittlung des Kaffees so gut wie durch Dampfschiffe und elektrische Telegraphen eine Reihe von Gedanken in Umlauf gesetzt, es entsteht eine Strömung von Ideen, Einfällen und Unternehmungen, die Alle mit sich fortreißt. Wer ist als Individuum stark genug, vielleicht dürfte ich fragen, wer ist als Individuum berechtigt, sich den Reizmitteln zu entziehen, die jene Flut zum Treiben brachten? Wer soll nüchtern und unversehrt dastehen in der Zeit, die das Einzelwesen aufreibt, um die Masse zu entwickeln? Laßt uns nicht klagen über nervöses Zeitalter, über die zu große Reizbarkeit der Menschen. Suchen wir sie zu begreifen und ihrer Herr zu werden, wie wir können.

In manchen Fällen bezieht sich freilich jene innere Wahlverwandtschaft, welche den Menschen mit Naturerzeugnissen verknüpft, auf entbehrliche Genüsse. Aber um so merkwürdiger bleibt es, daß auch hier eine Gesetzmäßigkeit der stofflichen Verhältnisse waltet, die in gar vielen Fällen die Menschen unbewußt an den verschiedensten Orten und unter den mannigfaltigsten Formen das Gleiche finden und festhalten ließ. Wer hätte es vor

einigen Jahren geahnt, daß derselbe Stoff *), der unsere Geruchsnerven ergötzt, wenn wir eine frisch gemähte Wiese beschreiten, von den Freunden des Schnupftabaks in den Tonkabohnen verehrt wird, daß derselbe Stoff den Bewohnern der Insel St. Mauritius den Thee von Bourbon oder den sogenannten Faham beliebt macht, und wiederum derselbe im Maiwein unsre Bowlen würzt und Roquette zu seinem allerliebsten Rheinmährchen von des „Waldmeisters Brautfahrt" begeisterte[228]? Ja, Bleibtreu hat mit Waldmeisterstoff ohne Waldmeister für sachkundige Lehrer der Bonner Hochschule einen mundgerechten Maiwein gebraut.

Es ist eine sehr bekannte Erfahrung, daß keine Thätigkeit beim Menschen durch geistige Anstrengung leichter Schaden nimmt, als die Verdauung. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit über die Häufigkeit einer mangelhaften Blutbildung geklagt, welche sich namentlich durch einen zu geringen Gehalt an Farbstoff und Eisen verräth. Wenn man diese Thatsache gehörig erwägt, dann werden uns Quellen einer inneren, einer stofflichen Verarmung des Menschenleibes aufgedeckt, die viel schwerer versiegen werden als die Armuth gewisser Volksschichten, die ihr Heil von der Weisheit der Zukunft erwarten.

---

*) Cumarin.

Weil aber Verdauung und Blutbildung zunächst abhängen von der Menge der Verdauungsflüssigkeiten, die sich in Magen und Darm ergießen, so müssen alle Speisezusätze, welche die Menge des Speichels oder des Magensafts vermehren, die Verdauung befördern. In so fern und im Hinblick auf den vorhin bezeichneten Zustand eines großen Theils des Menschengeschlechts ist es aller Beachtung werth, daß der Gebrauch gewisser Würzen mit der geistigen Bildung zunimmt. Es liegt eine eigenthümliche Befriedigung in dem Gedanken, dem man freilich in vielen andern Formen wieder begegnet, daß außerordentlich oft die Mittel, sich Gegenstände des Wohllebens zu verschaffen, mit inneren Bedürfnissen in einem tief begründeten Einklang stehen. Man lernt selbst den herrschsüchtig scheinenden Kitzel des Gaumens achten, indem man das Auge öffnet für die Naturnothwendigkeit seiner Entstehung.

Die Bedeutung des Kochsalzes für die Verdauung ist schon früher in diesem Briefe gewürdigt worden. Zucker, Pfeffer und Senf, Käse und Zimmt vermehren gleichfalls die Menge des Magensafts und befördern also die Verdauung.

Jede Regel der Art wird verderblich, wenn man ihre Anwendung übertreibt. Das Maaß wird aber durch die Umstände bedingt. Die große Menge von Pfeffer und anderen erhitzenden Gewürzen, welche in Indien schwachen

Verdauungswerkzeugen aufhilft, würde in unsrem Himmelsstrich starke verderben. Und während der Greis seinen geschwächten Magen aus guten Gründen reizt durch mäßigen Genuß von Gewürzen, raubt sich der kräftige Jüngling den Trost seines Alters, wenn er dieselben von vornherein mißbraucht.

Aus dem würzigen Duft des Kaffees schöpft oft der Magen sein Labsal. Denn auch durch Kaffee wird die Menge des Magensafts vermehrt. Ueberdies befördert Kaffee die Bewegungen des Darms, während starker Thee das Gegentheil bewirkt. Wenn Liebig aus der Wirkung jener Getränke auf schwache Verdauungswerkzeuge das Umgekehrte ableitet und zwar mit der allgemeinen Bemerkung, daß starke Verdauungswerkzeuge „für dergleichen Wirkungen keine Reagentien sind" [229]), so gründet er die Regel auf die Ausnahme.

Durch Kaffee und Thee, durch Wein und Gewürze, durch die Gelüste und Neigungen des Menschen, überall spricht sich das Bestreben aus, die Thätigkeit des Hirns zu steigern, eine Steigerung, die freilich oft in Betäubung übergeht. Wenn uns Wein, wenn dem Schiffer Branntwein diese Wirkung thut, so leisten dem Perser das Opium, dem Araber seine Hanfkerzchen, die er ißt oder raucht, dem Bewohner der Südseeinseln sein Rauschpfeffer das Gleiche, und leider in der Regel noch mehr. Kamtschadalen und Tungusen betäuben sich mit ihrem

Fliegenschwamm. Und die Diener verschmähen es nicht, den Harn ihrer Herren zu trinken, um dieselbe Wirkung zu erleiden.

Wenn aber Würzen die Verdauung, wenn Kleienbrod, Obst, namentlich ein Paar Feigen, denen man morgens nüchtern kaltes Wasser nachtrinkt, die Leibesöffnung befördern, wenn Rüben, Rettig, Lauch und Vanille den heftigsten aller sinnlichen Triebe anregen, wenn Wein und Thee und Kaffee die Stimmung des Hirns beherrschen, dann ist wohl die Ueberschrift dieses Briefes berechtigt. Und wenn der Stoff den Menschen regiert, dann ist die Erkenntniß unsrer stofflichen Verhältnisse eine Aufgabe, deren Lösung uns nicht dringend genug beschäftigen kann. Darum führt die Chemie in diesem Augenblick ihr Scepter über alle anderen Naturwissenschaften. Die Lehre vom Leben hat es mit nichts Anderem zu thun, als mit der Chemie und Physik des lebendigen Leibes.

Siebenzehnter Brief.

Kraft und Stoff.

Viele Wege führen zu demselben Ziel. Darum ist die werkthätige Forschung beständig in Gefahr sich zu verirren, wenn sie bei einer Naturerscheinung fragt, zu welchem Zweck sie da ist. Um diesen Nachtheil zu verhüten, hat man sich als Auskunftsmittel die Meinung zurecht gelegt, daß die Natur immer den kürzesten Weg wähle. Man erinnerte fort und fort an Boerhaave's Lieblingsspruch, daß das Einfache das Zeichen der Wahrheit sei.

Mit der Annahme einer „weisen Natureinrichtung" hing diese Anschauung auf's Tiefste zusammen. Wie jene Bauern, die nach Riehl's Erzählung an gewissen Festtagen ihre Heiligenbilder mit dem Bauernkittel schmücken, weil ihnen der Bauernrock als das kostbarste Staatskleid erscheint [230]), so wußte sich die Menschheit eine lange, lange Zeit hindurch in dem mächtigen Reich einer durch den buntesten Wechsel hindurchgehenden Naturnothwen-

digkeit nicht zurecht zu finden, als indem sie diese mit den unausweichlichen Reizen einer Persönlichkeit anthat, einer Persönlichkeit, die, mit menschlichem Gemüth und menschlichem Verstande überlegend, ihre Thätigkeit entfaltet.

Zur Zweckmäßigkeit gehören kurze Wege und einfache Mittel. Aber diese kurzen Wege und die einfachen Mittel zu erweisen, daran dachte man um so weniger, als man beim Errathen des Zwecks mit der als Person geltenden Natur unmittelbar an Weisheit wetteiferte. Oder ist es wirklich die Weisheit der Natur, die man bewundert, wenn wir zum Beispiel bei Liebig lesen, daß „eine „weise Natureinrichtung die mikroskopische Thierwelt in „Beziehung auf ihre Nahrung auf die todten Leiber „höherer organischer Wesen angewiesen und in ihnen „selbst ein Mittel geschaffen hat, den schädlichen Einfluß, „den die Produkte der Fäulniß und Verwesung auf das „Leben höherer Thierklassen ausüben, auf die kürzeste „Zeit zu beschränken?“ [231]) Ließe sich wirklich kein kürzerer Weg ausdenken? Gehört auch das zu den kurzen Wegen, daß so häufig bei Schwindsüchtigen gerade die Triebe mächtig ausgebildet sind, welche ihren Untergang am meisten beschleunigen müssen? Und die Abneigung bleichsüchtiger Mädchen gegen kräftiges Fleisch, das sie heilen könnte, zwingt uns wohl, eine Verlängerung der Krankheit als Naturzweck anzunehmen?

Wahrlich, wer sich die Mühe giebt, solche Vorstellungen nur einen Augenblick zu zergliedern, der könnte sie leicht so widersinnig finden, daß ihre Bekämpfung als ein müssiger Gemeinplatz erschiene. Man liest ja heutzutage beinahe in jedem Buch eines denkenden Naturforschers Verurtheilungen jenes Hangs nach Zweckmäßigkeitsbegriffen, den schon Spinoza so eindringlich getadelt hat, den der größte Denker der Deutschen im vorigen Jahrhundert, den Georg Forster als „alten Sauerteig" vertrieben wissen wollte. Je mehr aber die Bekämpfung Sitte geworden, um so gefährlicher sind die zahlreichen Versuche, die sich nichtsdestoweniger einschleichen, in die Naturerscheinungen einen Zweck hineinzutragen, der als selbstherrliche Beleuchtung dienen soll.

Bei Liebig lesen wir es ja, nicht als ein hingeworfenes Wort, sondern als einen Grundgedanken, auf dem sich eine Eintheilung aufbaut, daß die stickstoffhaltigen Nahrungsstoffe Krafterzeuger und die stickstofffreien Athemmittel sind [232]. — „Während die Nahrungsmittel „den Schlund und die Speiseröhre möglichst rasch zu „durchlaufen suchen", sagt Valentin, „halten sie sich „im Magen länger auf, damit der Magensaft vollständig wirken kann" [233]. — „Ist aber die thierische „Wärme eine mehr zufällige Erscheinung", heißt es bei Lehmann, „so würden die Fette, wenn sie bloß zur „Wärmeentwicklung dienen sollten, sehr nutzlos vergeu-

„det werden. Das Fett im lebenden Körper dürfte also „wohl noch zu anderen Zwecken dienlich sein"[234]). Und doch haben sowohl Valentin[235]) als Lehmann[236]) wiederholt die Erklärungsweise bekämpft, die sich auf Zweckmäßigkeitsvorstellungen stützt. Und beinahe jeder Laie weiß, daß Liebig, Valentin, Lehmann zu den besten Namen der Wissenschaft gehören.

Als ich es oben gefährlich nannte, daß sich, gleichsam der besseren Erkenntniß zum Trotz, die Ahnung eines zu erreichenden Zwecks in der Form von Erklärungsversuchen in die Wissenschaft eindrängt, hatte ich indeß etwas Anderes im Sinne, als die Gelegenheit zur Verirrung für den werkthätigen Forscher. Mit jenen Zweckmäßigkeitsbegriffen hängt auf's Innigste die Vorstellung zusammen, daß die Eigenschaften der Körper dem Stoff von außen zugeführt sind. Es ist dieselbe Anschauung, die schon von Aristoteles herstammt und die sich schwerlich hübscher bezeichnen läßt, als es Liebig gethan hat, wenn er sagt: „Die Eigenschaften der körperlichen Dinge seien gleichsam wie die Farben gewesen, „womit der Maler der farblosen Leinwand die Eigenschaften eines Gemäldes ertheilt, oder wie die Kleider, „die sich an= und ausziehen lassen, und welche die Gestalt des Menschen bestimmen."[237])

Hier liegt die Wurzel eines Zwiespalts, der die Welt schon häufig bewegte und der sich wahrscheinlicher

Weise zu einer welterschütternden Gewalt entwickeln wird, lange nachdem ihn die wissenschaftliche Erkenntniß befriedigend wird geschlichtet haben. Denn das Verhältniß der Eigenschaften zum Stoff ist maaßgebend für unsre Ansicht von der Kraft.

Wer in allen Bewegungen der Naturkörper nur Mittel sieht, um gewisse Zwecke zu erreichen, der kommt ganz folgerecht zu dem Begriff einer Persönlichkeit, welche zu diesem Ziele dem Stoff seine Eigenschaften verleiht. Diese Persönlichkeit wird auch das Ziel bestimmen. Und mit der Zweckbestimmung, die von einer Persönlichkeit ausgeht, welche die Mittel wählt, ist das Gesetz der Nothwendigkeit aus der Natur verschwunden. Die einzelne Erscheinung fällt dem Spiele des Zufalls und regelloser Willkür anheim. Hier hört die Forschung auf. Der Glaube beginnt.

Man bezeichnet den Standpunkt, auf welchem die Natur nach Zwecken erklärt wird, mit dem griechischen Worte Teleologie, das an Theologie erinnert. Die Erinnerung liegt nicht bloß im Wortlaut. Teleologie und Theologie nähren sich durch eine Wurzel.

Einen Stoff ohne Eigenschaften hat man niemals beobachtet und darum ist er auch undenkbar. Der Stoff ist allemal wägbar, erfüllt den Raum, ist der Bewegung fähig. Ohne den Stoff bestehen diese Eigenschaften ebenso wenig, wie der Stoff ohne Eigenschaften. Die Zeit

ist ein für allemal überwunden, in welcher man die Schwere, die Raumerfüllung, die Bewegung als abgezogene Begriffe je nach Belieben vom Stoff trennen oder mit dem Stoff vermählen konnte. Der Vorstellung von einer Eigenschaft ohne Stoff fehlt jede Wesenhaftigkeit. In diesem Sinne ist mir eine Stelle bei Liebig so denkwürdig, daß ich ihre Mittheilung hier nicht unterdrücken kann: „Mit der Wage hatte das Reich des „Aristoteles ein Ende; seine Methode, die Erklärung „einer Naturerscheinung zu einem Spiele des Geistes „zu machen, machte der eigentlichen Naturforschung „Platz.“ [238])

Ueberall wo zwei Stoffe einander nahe genug gebracht werden, üben sie eine Wirkung auf einander aus. Diese Wirkung giebt sich als eine Bewegungserscheinung kund. Es ist eins der allgemeinsten Merkmale des Stoffs, daß er unter geeigneten Umständen sowohl selbst in Bewegung gerathen, als andere Stoffe in Bewegung versetzen kann.

Solche Bewegungen erstrecken sich unendlich häufig auf einen so kleinen Raum, daß die bei der Bewegung zurückgelegte Entfernung unmeßbar wird. Wenn zum Beispiel Wasserstoff verbrennt, dann ist die Entfernung, welche Wasserstoff und Sauerstoff zurücklegen, um sich mit einander zu Wasser zu verbinden, unmeßbar klein. Und auf gleiche Weise verhält es sich mit jeder chemi-

schen Anziehung, die immer eine Ungleichartigkeit des Stoffs voraussetzt.

Wenn warmes Wasser erkaltet, dann rücken die kleinsten Theilchen des Wassers näher aneinander. Wir haben es mit einer Bewegungserscheinung zu thun, welche sich über einen meßbaren Raum erstreckt. Bei dieser Bewegung wird der Zustand der Wassertheilchen so verändert, daß alle Körper, die mit dem Wasser in Berührung kommen, eine Verdichtung erleiden. Man hat diese Verdichtung für Quecksilber gemessen und bezeichnet den Grad der Quecksilberverdichtung, bei welchem das Wasser gefriert, als Null. Die Empfindung, welche dann das Quecksilber, das Wasser, die Luft in unsren Hautnerven hervorrufen, nennen wir Kälte.

Offenbar bezeichnet die Kälte einen Zustand des Stoffs, der sich im Verhältniß zu andern Körpern als Verdichtung kund giebt. Es liegt nur an unsrer schulmäßigen, abgezogenes Denken erkünstelnden Erziehung, daß wir in diesem Fall so leicht verleitet werden, die Kälte als eine Kraft zu bezeichnen, welche sich mit dem Stoff des Wassers verbindet und dadurch Eis erzeugt. Die Kälte ist ein Zustand der kleinsten Theilchen des Stoffs, in welchem die Bewegung auf ein geringes Maaß zurückgeführt ist.

Bringen wir Wasser auf heißes Eisen, dann gerathen die kleinsten Theilchen in den Zustand erhöhter Bewe-

gung. Das Wasser wird Dampf. Es ist klar, die Ausdehnung des Eisens, welche auf einer Bewegung seiner kleinsten Theilchen beruht, wird auf die kleinsten Theilchen des Wassers übertragen.

Sei nun die Entfernung, welche der Stoff bei seiner Bewegung zurücklegt, meßbar oder nicht, in allen Fällen ist es nur die Bewegung, durch welche sich die Kraft verräth. Die Kräfte können sich nur äußern durch Bewegung in Raum und Zeit.

Es ist nichts weniger als eine bloße Voraussetzung, daß die Kräfte durch ihre Wirkungen, durch die Bewegungserscheinungen, welche sie hervorrufen, gemessen werden. Denn außer jenen Wirkungen kennen wir von den Kräften nichts.

Jede Kraftäußerung, jede Wirkung setzt ein Leidendes voraus.

Wenn ich sage: Vitriolöl oder Schwefelsäure besitzt die Kraft, Eisenoxyd zu lösen, dann heißt dies so viel wie: Eisenoxyd ist löslich in Vitriolöl. Und es ist das nicht bloß eine Umsetzung des Gedankens, wie in dem berühmten Satz des Cartesius: ich denke, also bin ich.

Man muß vielmehr die Sache so fassen. Das Eisenoxyd hat Verwandtschaft zur Schwefelsäure, die Schwefelsäure zum Eisenoxyd, ganz so wie alle Basen eine chemische Verwandtschaft zu den Säuren besitzen.

Schwefelsaures Eisenoxyd aber ist löslich. Darum hat Schwefelsäure die Kraft das Eisen zu lösen.

Diese Kraft ist nichts Anderes, als eine Eigenschaft des Stoffs.

Wo wir auch immer eine Bewegungserscheinung am Stoff beobachten, ist eine Eigenschaft des Stoffs Ursache der Bewegung. So wie das Eis Wasser ist, dessen kleinste Theilchen auf ein geringes Maaß der Bewegung herabgesunken sind, so ist Dampf Wasser, dessen Theilchen sich im Zustande höchster Bewegung befinden. Die Theilchen des Wasserdampfs weichen nach allen Seiten aus einander. Der Dampf theilt seine Bewegung anderen Körpern mit. Das Auseinanderweichen der kleinsten Theilchen ist eine Eigenschaft des Wasserdampfs.

Eben die Eigenschaft des Stoffs, welche seine Bewegung ermöglicht, nennen wir Kraft.

Grundstoffe zeigen ihre Eigenschaften nur im Verhältniß zu anderen. Sind diese nicht in gehöriger Nähe, unter geeigneten Umständen, dann äußern sie weder Abstoßung, noch Anziehung.

Offenbar fehlt hier die Kraft nicht; allein sie entzieht sich unsren Sinnen, weil die Gelegenheit zur Bewegung fehlt.

Wo sich auch immer Sauerstoff befinden mag, hat er Verwandtschaft zum Wasserstoff, zum Kalium. Ob sich aber der Sauerstoff mit Wasserstoff, mit Kalium

verbindet, das hängt zunächst davon ab, ob Wasserstoff oder Kalium in seine Nähe gelangen.

Die Eigenschaft des Sauerstoffs, sich mit Wasserstoff verbinden zu können, ist immer vorhanden. Ohne diese Eigenschaft besteht der Sauerstoff nicht. Wenn es möglich wäre, diese Eigenschaft vom Sauerstoff zu trennen, dann wäre der Sauerstoff nicht Sauerstoff mehr.

Nachdem sich zwei Stoffe mit einander verbunden haben, die zuvor getrennt waren, sind die Eigenschaften der Verbindung das Ergebniß der zusammenwirkenden Kräfte. Darum erheischt es eine genauere Forschung, in der Verbindung von Wasserstoff mit Sauerstoff, im Wasser, den Wasserstoff und Sauerstoff wiederzuerkennen. Aber nichtsdestoweniger sind die Kräfte des Wassers, zum Beispiel seine Fähigkeit, Zucker oder Kochsalz zu lösen, oder sich mit Schwefelsäure zu verbinden und dabei Wärme zu entwickeln, nichts Anderes als seine Eigenschaften. Und diese Eigenschaften sind lediglich bedingt durch die vereinten Eigenschaften von Wasserstoff und Sauerstoff.

In keinem Fall kommt die Eigenschaft von außen. Entweder die Stoffe wirken unmittelbar auf einander ein. So wenn Eisen rostet an feuchter Luft, wobei sich das Eisen mit Sauerstoff und Wasser verbindet. Oder es bedarf eines dritten Stoffs als Vermittler. Schwefelsaure Bittererde und phosphorsaures Natron im trock-

nen Zustande wirken nicht auf einander ein. Vermischt man die trocknen Salze mit Wasser, dann entstehen schwefelsaures Natron und phosphorsaure Bittererde. Diese letztere scheidet sich in unlöslicher Form ab und zwar um so vollständiger, wenn man einige Tropfen Ammoniak hinzufügt. Das Wasser ist der Träger der Eigenschaft, welche die Einwirkung der schwefelsauren Bittererde auf das phosphorsaure Natron möglich macht. Ammoniak ist der Träger der Eigenschaft, welche die Ausscheidung der phosphorsauren Bittererde befördert. Es entsteht ein weißer, flockiger Niederschlag von phosphorsaurer Ammoniak-Bittererde.

Die Kraft ist kein stoßender Gott, kein von der stofflichen Grundlage getrenntes Wesen der Dinge. Sie ist des Stoffes unzertrennliche, ihm von Ewigkeit innewohnende Eigenschaft.[239])

Auffallend genug, wird dieser Satz von vielen Naturforschern nicht einmal geahnt. Noch häufiger aber wird er nicht begriffen. Denn Niemand hat einen Satz begriffen, hat ihn in Fleisch und Blut verwandelt, der ihm in der Anwendung nicht treu bleibt.

Daher hört man denn Physiker, Chemiker, Physiologen über das Wesen der Dinge klügeln, als wäre dieses Wesen ein Geist, der im Stoff verborgen waltet, als käme es nur darauf an, dieses Wesen in eine Formel zu bannen, um wie mit einer Zauberruthe jede Erscheinung

des Dings erklären zu können. Seltsamer Weise geschieht das von eben solchen Naturforschern, die hochweise absprechen über die Bestrebungen der Philosophen. Nicht bloß im Glauben, auch in der Wissenschaft verfolgt der Mensch die Richtung am schärfsten, die der seinigen am ähnlichsten ist.

Wir werden einem solchen „Wesen", das die Eigenschaften des Stoffs regieren soll, später in der Lebenskraft begegnen. Allein so weit brauchen wir nicht zu suchen. „Was der Siedepunkt an und für sich ist", sagt Liebig, „ist uns so unbekannt wie der Begriff des „Lebens"[240]. Und doch kann man einige Seiten früher bei Liebig lesen, was der Siedepunkt ist. „Es ist „bekannt, daß eine jede Flüssigkeit unter denselben Be„dingungen bei einem unveränderlichen Temperaturgrade „ins Sieden geräth; das ist so constant, daß wir den „Siedepunkt als eine charakteristische Eigenschaft dersel„ben bezeichnen. — Eine der Bedingungen der constan„ten Temperatur, bei welcher sich im Innern der Flüs„sigkeiten Dampfblasen bilden, ist der äußere Druck; „mit diesem Druck wechselt bei allen Flüssigkeiten .... „der Siedepunkt, er nimmt zu oder ab, wenn der Druck „wächst oder kleiner wird. Einer jeden Siedetemperatur „entspricht ein bestimmter Druck, einem jeden Drucke „eine bestimmte Temperatur"[241]. Kurz, der Siedepunkt einer Flüssigkeit ist derjenige Wärmegrad, bei wel-

chem sich im Innern dieser Flüssigkeit unter einem gegebenen Luftdruck Dampfblasen bilden. Das ist der Siedepunkt für uns. Und da der Siedepunkt überhaupt nichts ist, als ein Verhältniß der Flüssigkeit zum Beobachter, so wird dieses Verhältniß wohl auch den Siedepunkt an und für sich bezeichnen. Wie andere Geschöpfe, die mit anderen Sinnen und anderen Erfahrungen als der Mensch begabt sind, den Siedepunkt fassen, das wissen wir freilich nicht. Aber das ist uns auch durchaus gleichgültig.

Alle Erörterungen über das Wesen der Dinge beruhen entweder auf der falschen Voraussetzung angeborener Anschauungen, oder sie sind Ausflüchte eines Unerfahrenen, dem es an der Beobachtung der Eigenschaften fehlt. Letzteres ist häufig der Fall bei denen, die sich noch heute Philosophen nennen und mit diesem Namen ein Gebiet des Denkens in Pacht zu haben glauben, das der Beobachtung entgegengesetzt wäre.

Das Wesen der Dinge ist die Summe ihrer Eigenschaften. Und zu diesen Eigenschaften gehört die Kraft.

Wenn aber die Kraft eine vom Stoff unzertrennliche, eine dem Stoff von Ewigkeit innewohnende Eigenschaft ist, dann muß sich mit dem Stoff auch die Kraft verändern. So gelangen wir zu einem neuen, nicht minder wichtigen allgemeinen Satze, daß Mischung, Form und Kraft sich nur gleichzeitig verändern können.

Für den Satz, daß die Kraft eine Eigenschaft des Stoffes ist, giebt uns der Einklang zwischen Stoff und Form und Kraft zugleich einen mittelbaren Beweis und eine Probe auf die Rechnung.

„Es ist auch dem Unkundigen einleuchtend", sagt Liebig, „daß die Verschiedenheit zweier Körper ent- „weder abhängig ist von einer verschiedenen Ordnungs- „weise der Elemente, woraus sie bestehen, oder von „einem quantitativen Unterschiede in der Zusammen- „setzung." [242])

Auf den ersten Blick scheinen sich nämlich in der orga- nischen Natur eine Menge von Beispielen darzubieten, in welchen zwei Körper bei gleicher Zusammensetzung sehr verschiedene Eigenschaften besitzen. In allen diesen Fällen ist jedoch die Uebereinstimmung in der Zusammensetzung nur scheinbar.

Man muß es nämlich als obersten Satz festhalten, daß die Zusammensetzung nicht einfach ausgedrückt wird durch die Gewichtstheile der einzelnen Grundstoffe, die in einem Körper enthalten sind, sondern in nicht minder wesentlicher Weise auch durch ihre Anordnung. Daraus folgt aber unmittelbar, daß zur Gleichheit der Zusammen- setzung mehr gehört, als die Uebereinstimmung der Ge- wichtstheile, nach welchen die Grundstoffe in einem Körper vertreten sind.

Zahlreiche organische Stoffe giebt es, die den Kohlen-

stoff, Wasserstoff und Sauerstoff in gleichen Gewichtsverhältnissen führen. Sie scheinen demnach gleiche Zusammensetzung zu besitzen. Wenn sich aber diese Körper mit einem dritten verbinden, dann ist das Gewicht des einen organischen Stoffs doppelt so groß wie das des anderen, oder die Gewichte der beiden organischen Stoffe, welche jeder für sich mit demselben Gewicht eines dritten eine Verbindung eingehen, sind auf irgend eine andere Weise verschieden. Solche Gewichtsverhältnisse sind nämlich für alle chemischen Verbindungen fest und unveränderlich. Und wenn man diese Gewichtsverhältnisse auf einen dritten Körper als Einheit bezieht, dann nennt sie der Chemiker Mischungsgewichte.

Gewöhnlich legt man für alle Grundstoffe auf diese Weise den Wasserstoff als Einheit zu Grunde.

So enthalten denn zum Beispiel die wasserfreie Milchsäure und das Stärkegummi *) für je einen Gewichtstheil Wasserstoff beide gleiche Mischungsgewichte Kohlenstoff und Sauerstoff. Wenn sich aber Stärkegummi mit Bleioxyd verbindet, dann ist sein Mischungsgewicht doppelt so groß als das der Milchsäure. Die Verbindung des Stärkegummis mit Bleioxyd enthält zwölf Mischungsgewichte Kohlenstoff, während die der Milchsäure nur sechs enthält, und fünf Mischungsgewichte Wasserstoff

*) Dextrin.

und ebensoviel Mischungsgewichte Sauerstoff der Milchsäure entsprechen zehn Mischungsgewichten dieser Grundstoffe im Stärkegummi. Demnach ist die Zusammensetzung der Milchsäure und des Stärkegummis trotz der gleichen Verhältnisse der Mischungsgewichte unter sich verschieden. Man kann sich diese Verschiedenheit durch die folgenden Figuren versinnlichen, in welchen jedes Kügelchen ein Mischungsgewicht des betreffenden Grundstoffs bezeichnet.

	Wasserfreie Milchsäure.		Stärkegummi.
Kohlenstoff	oooooo (6)	. . .	oooooooooooo (12)
Wasserstoff	ooooo (5)	. . .	oooooooooo (10)
Sauerstoff	ooooo (5)	. . .	oooooooooo (10).

Dem entsprechend sind auch die Form und die Eigenschaften der Milchsäure und des Stärkegummis verschieden. Die Milchsäure ist eine syrupdicke Flüssigkeit, während das Stärkegummi einen festen Körper darstellt von muschligem Bruch und glatter, mattglänzender Oberfläche. Die Milchsäure ist sauer, das Stärkegummi weder sauer noch basisch. Stärkegummi wird durch Behandlung mit Schwefelsäure in Zucker verwandelt, Milchsäure nicht. Kurz, die beiden Körper unterscheiden sich von einander in Mischung, Form und Eigenschaften.

In anderen Fällen sind nicht nur die Verhältnißzahlen der einzelnen Grundstoffe unter einander, sondern auch die Summen derselben in zwei oder mehr verschiedenen Kör-

pern gleich, und dennoch sind sie nicht gleich zusammengesetzt, weil die Anordnung der Grundstoffe verschieden ist.

Wir kennen drei Körper, die alle auf sechs Mischungsgewichte Wasserstoff sechs Mischungsgewichte Kohlenstoff und vier Mischungsgewichte Sauerstoff enthalten. Diese Körper sind das essigsaure Holzgeistoxyd *), das ameisensaure Weingeistoxyd **) und die Butteressigsäure ***). Allein in jedem dieser Körper sind die Grundstoffe anders gelagert, wie es die folgenden Bilder anschaulich machen.

1) Essigsaures Holzgeistoxyd.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Holzgeistoxyd	oo (2) . . .	ooo (3) . . .	o (1)
Essigsäure	oooo (4) . . .	ooo (3) . . .	ooo (3)

Kohlenstoff 6, Wasserstoff 6, Sauerstoff 4.

2) Ameisensaures Weingeistoxyd.

	Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
Weingeistoxyd	oooo (4) . .	ooooo (5) . . .	o (1)
Ameisensäure	oo (2) . .	o (1) . . .	ooo (3)

Kohlenstoff 6, Wasserstoff 6, Sauerstoff 4.

3) Butteressigsäure.

Kohlenstoff.	Wasserstoff.	Sauerstoff.
oooooo (6)	oooooo (6)	oooo (4).

*) Essigsaures Methyloxyd.

**) Ameisensaures Aethyloxyd.

***) Metacetonsäure, Propionsäure.

Der Unterschied in der Lagerung der kleinsten Theilchen, welcher die Verschiedenheit der Mischung bedingt, verräth sich in dem letzten Beispiel dadurch, daß einer der drei Körper einfach ist, während die beiden anderen aus je zwei Gruppen bestehen, deren Summen zwar gleich, die aber alle vier unter sich verschieden sind.

Nicht immer sind wir so glücklich, auf diese handgreifliche Weise den Schleier zu lüften, der die Unterschiede der Zusammensetzung verhüllt. Wenn die Körper einfach sind und in ihren Mischungsgewichten durchaus übereinstimmen, dann bleibt uns kein anderes Mittel übrig, als aus dem Verhalten zum Licht auf die Lagerung der kleinsten Theilchen zweier Stoffe zu schließen. Diese Bahn hat ein genialer Franzose, Namens Pasteur, betreten. Seiner Beharrlichkeit verdanken wir es, daß der Satz, nach welchem Mischung, Form und Eigenschaften bei jeder Veränderung Hand in Hand gehen, mehr als je befestigt ist.

Unter gewöhnlichen Verhältnissen schwingen die Aetherwellen, deren Bewegung Lichteindrücke erzeugt, in einer auf dem Lichtstrahl senkrechten Ebene nach allen Richtungen. Manche Körper dagegen ertheilen den Schwingungen des Lichtstrahls, den sie durchlassen, eine bestimmte Richtung: man sagt, daß sie das Licht polarisiren.

Die Ebene, in welcher der polarisirte Lichtstrahl schwingt, kann selbst durch andere Körper eine Ablenkung

erfahren, und eben das Vorhandensein oder die Richtung dieser Ablenkung giebt uns das feinste Mittel an die Hand, die Anordnung der kleinsten Theilchen zu beurtheilen. Wenn zwei Körper durchaus gleiche Gewichtstheile derselben Grundstoffe in gleichen Mischungsgewichten enthalten, dann können sie die Lichtwellen, welche dieselben durchsetzen, nur dann zu einer verschiedenen Bewegung veranlassen, wenn ihre kleinsten Theilchen eine verschiedene Lagerung besitzen.

In neuester Zeit haben die Chemiker es gelernt, aus Spargelstoff *) und aus der Verbindung einer im gemeinen Erdrauch **) vorkommenden Säure mit Ammoniak, aus saurem erdrauchsaurem Ammoniak ***), Aepfelsäure zu bereiten. Anfangs hielt man die auf dem einen und die auf dem anderen Wege gewonnene Aepfelsäure für durchaus gleich. Und die Verhältnißzahlen des Kohlenstoffs, Wasserstoffs und Sauerstoffs sowohl, wie das Mischungsgewicht, schienen dafür zu sprechen. Da zeigte Pasteur, daß die aus dem Spargelstoff bereitete Aepfelsäure den polarisirten Lichtstrahl ablenkt, die aus dem erdrauchsauren Ammoniak gewonnene dagegen nicht. Hiermit war ein Unterschied der Lagerung der kleinsten Theil-

---

*) Asparagin.

**) Fumaria officinalis.

***) Saures fumarsaures Ammoniak.

chen in beiden Körpern erkannt. Die Unterschiede in den Eigenschaften blieben nicht aus. So nimmt die aus erdrauchsaurem Ammoniak gewonnene Aepfelsäure an feuchter Luft nur wenig Wasser auf, während die vom Spargelstoff herstammende langsam, aber so lange Wasser aufnimmt, bis sie in eine klebrige Flüssigkeit verwandelt ist.

Pasteur nennt die den polarisirten Lichtstrahl ablenkende Aepfelsäure wirksam, die andere unwirksam. Wenn man die Lösungen dieser Säuren durch ein Bleisalz niederschlägt, dann bildet das äpfelsaure Bleioxyd im einen, wie im anderen Falle nadelförmige Krystalle. Während aber diese Krystallisation für die wirksame Aepfelsäure in einigen Stunden abläuft, nimmt sie für die unwirksame mehre Tage in Anspruch.[243])

Je geringfügiger der Unterschied in der Mischung ausfällt, desto unbedeutender sind auch die Abweichungen in den Eigenschaften. Aber die Verschiedenheit der Mischung setzt die der Eigenschaften mit Nothwendigkeit voraus, und umgekehrt.

Sowie es nun aber zahlreiche Stoffe giebt, die trotz der gleichen Gewichte, in welchen sie die Grundstoffe enthalten, eine verschiedene Mischung besitzen, so giebt es auch zahlreiche Körper, die auf den ersten Blick bei verschiedener Zusammensetzung und verschiedenen Eigenschaften durch dieselbe Form ausgezeichnet zu sein scheinen und doch nicht gleiche Form besitzen.

Bei näherer Betrachtung erweist sich immer deutlicher, daß in solchen Fällen kleine, aber dennoch regelmäßige Unterschiede stattfinden. Es sind vorzugsweise die krystallisirenden Verbindungen, welche in dieser Beziehung den lehrreichsten Stoff zur Forschung bieten.

Schon bei anorganischen Stoffen hat man durch eine genauere Messung der Winkel, welche die einzelnen Flächen mit einander bilden, gefunden, daß Krystallformen, welche man anfangs für gleich hielt, in gewissen Merkmalen dennoch von einander abweichen [244]). Und de Senarmont hat kürzlich auf zahlreiche Beispiele aufmerksam gemacht, in welchen die Aehnlichkeit der Form mit der Aehnlichkeit im Verhalten zum Licht gleichen Schritt hält, wie man es von einer beinahe vollkommenen Uebereinstimmung des Gefüges erwarten müsse. So verhält es sich mit phosphorsaurem und arseniksaurem Kali, mit schwefelsaurem Baryt und schwefelsaurem Bleioxyd. [245])

Am wichtigsten sind aber wiederum die Fälle, welche Pasteur verzeichnet hat. Vor mehren Jahren hatte man in einer Traubenart neben der Weinsäure eine andere organische Säure gefunden, die als Traubensäure beschrieben wurde. Pasteur hat gezeigt, daß sich die Traubensäure in zwei verschiedene Säuren zerlegen läßt. Diese Säuren stimmen beinahe in jeder Rücksicht mit einander überein. Sie zeigen dasselbe Verhalten zu den Lösungsmitteln und Basen, lenken beide den polarisirten

Lichtstrahl ab, besitzen beide dieselbe Krystallform und enthalten beide gleiche Mischungsgewichte von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff. Und dennoch ist die Uebereinstimmung zwischen beiden nicht vollkommen, weder für die Mischung, noch für die Form, noch für die Eigenschaften. Denn während die eine Säure den polarisirten Lichtstrahl zur Rechten ablenkt, lenkt ihn die andere um einen gleich großen Winkel zur Linken, so daß Pasteur eine rechtsdrehende und eine linksdrehende Traubensäure unterscheidet. Dieses verschiedene Verhalten zum Licht bekundet eine verschiedene Anordnung der kleinsten Theilchen, so wie es einen, wenn auch noch so geringfügigen Unterschied in den Eigenschaften bezeichnet. Dazu kommt nun, daß die Krystalle beider Säuren einige unregelmäßige Flächen besitzen; diese liegen aber bei der einen Säure links, während sie bei der anderen rechts liegen. Die eine Säure erscheint als das Spiegelbild der anderen. [246])

Das saure äpfelsaure Ammoniak krystallisirt nach Pasteur in geraden, rhombischen Säulen. Ich habe oben mitgetheilt, daß wir nach Pasteur's Untersuchungen die Aepfelsäure, je nachdem sie aus Spargelstoff oder aus saurem erdrauchsaurem Ammoniak hervorgegangen ist, als wirksam oder unwirksam mit Rücksicht auf den polarisirten Lichtstrahl unterscheiden müssen. Jene nimmt an der Luft Wasser auf, bis sie in eine

klebrige Flüssigkeit verwandelt ist, diese dagegen nur sehr wenig; das Bleisalz der wirksamen Aepfelsäure krystallisirt rasch, das der unwirksamen sehr langsam. Wir wissen also von diesen Säuren bereits, daß sie, trotz der gleichen Gewichtsverhältnisse ihrer Grundstoffe, eine verschiedene Lagerung ihrer kleinsten Theilchen und verschiedene Eigenschaften besitzen. Um so wichtiger ist die Beobachtung Pasteur's, daß das krystallisirte saure Ammoniaksalz der wirksamen Aepfelsäure einige unregelmäßige Flächen besitzt, welche dem Salz der unwirksamen Aepfelsäure fehlen.[247])

Unter den anorganischen Körpern finden wir aber die Aehnlichkeit in der Krystallform um so häufiger, je ähnlicher die Grundstoffe sind, von denen der eine den anderen in einem Krystall ersetzt. So krystallisiren Kochsalz oder die Verbindung von Chlor und Natrium und die Verbindung von Chlor und Kalium beide in Würfeln. Die Uebereinstimmung der Krystallform ist ein Ausdruck der außerordentlichen Aehnlichkeit zwischen Kalium und Natrium, die beide mit einem und demselben dritten Grundstoff, dem Chlor, verbunden sind. Und doch fehlt es dem Unterschied, der bei aller Aehnlichkeit in den Eigenschaften stattfindet, nicht an einem entsprechenden Unterschied in der Form. Das Chlorkalium ist nämlich ausgezeichnet durch die Neigung, in die Länge gezogene rechteckige Säulen zu bilden.

Während nun auf der einen Seite die größte Aehnlichkeit in der Form bei abweichenden Eigenschaften die allergenaueste Zergliederung erfordert, um zu erkennen, daß eine Veränderung in der Form der Veränderung in Mischung und Eigenschaften entspricht, so giebt es andererseits Fälle, in welchen eine Veränderung in der Form auf den ersten Blick unabhängig von einem Unterschied in Mischung und Eigenschaften aufzutreten scheint. So wenn der kohlensaure Kalk das eine Mal als Kalkspath in Rhomboedern, das andere Mal als Arragonit in sechsseitigen Säulen krystallisirt. Nach Liebig's Bericht enthalten beide Mineralien durchaus dieselben Mengen von Kohlensäure und Kalk [248]). Es ist klar, daß der Unterschied in der Krystallform demnach nur durch eine verschiedene Lagerung der kleinsten Theilchen bedingt sein kann. Um so merkwürdiger ist es, daß man den Arragonit durch bloße Wärme in ein Haufwerk von Kalkspathkrystallen verwandeln kann. Und da Kalkspath und Arragonit eine verschiedene Lagerung der kleinsten Theilchen und verschiedene Krystallform besitzen, so braucht man nur daran zu erinnern, daß Arragonit den Kalkspath ritzt und denselben an Eigenschwere übertrifft, um auch hier den verlangten Einklang zwischen Form und Mischung und Eigenschaften wiederzufinden.

In ähnlicher Weise, wie wir durch bloße Wärme die Lagerung der kleinsten Theilchen im Arragonit so umwan-

deln können, daß er in ein Haufwerk von Kalkspath-krystallen zerfällt, kommt auch der Schwefel in zwei verschiedenen Krystallformen, der Kohlenstoff sogar in zwei verschiedenen Krystallformen und formlos vor. Da hier die Unterschiede bei einem und demselben Grundstoff auftreten, so bleibt uns nichts übrig, als eine verschiedene Lagerung der kleinsten Theilchen und für den Kohlenstoff eine verschiedene Dichtigkeit anzunehmen, oder zu erwarten, daß man dereinst die Zerlegbarkeit jener jetzt als Grundstoffe erscheinenden Körper darthun wird [249]). Wenn man Diamant, Graphit und formlose Kohle mit einander vergleicht, dann erhellt es, wie groß die Rolle ist, welche die Dichtigkeit eines Stoffs auch als Bedingung der übrigen Eigenschaften spielt.

Immer aber sehen wir eine verschiedene Lagerung der kleinsten Theilchen, Verschiedenheit in den Mischungsgewichten oder Verschiedenheit der Grundstoffe den Unterschieden der Form und der Eigenschaften zu Grunde liegen. Mischung, Form und Kraft sind unzertrennliche Merkmale des Stoffs, von denen jedes Glied die beiden anderen mit Nothwendigkeit bedingt.

Also verändert sich mit dem Stoff auch die Kraft. Und es wird uns mit einem Male offenbar, daß der Fülle der Formen bei Pflanzen und Thieren auch die Mannigfaltigkeit der Lebenserscheinungen entsprechen muß. Wir werden nach der obigen Entwicklung nicht mehr

bezweifeln, daß das in kaltem Wasser unlösliche, durch Jod eine schöne blaue Farbe annehmende Stärkmehl und das formlose, in Wasser lösliche, nach der Behandlung mit Jod weinrothe Stärkegummi trotz des gleichen Mischungsgewichts und der gleichen Gewichtstheile, in welchen beide Körper den Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, eine verschiedene Lagerung der kleinsten Theilchen, eine verschiedene Mischung besitzen. Wir werden uns nicht darüber wundern, daß eine Pflanzenzelle andere Grundformen zeigt und andere Gewebe bildet, wenn ihre Wand aus reinem Zellstoff besteht, als wenn die Zellwand durch Holzstoffe, durch Kork, durch Fruchtmark, Stärkmehl, Pflanzenschleim oder Hornstoff *) verdickt ist. Es wird uns begreiflich sein, daß es auf die Form und die Verrichtungen eines Gewebes bedingend einwirkt, ob das Eiweiß vorzugsweise als lösliches im Zelleninhalt vorhanden, oder als ungelöstes in der Zellwand älterer Zellen abgelagert ist. In den anorganischen Stoffen, die in stetiger Verwandtschaft bald diesem, bald jenem organischen Gewebebildner folgen, werden wir eine neue Quelle der Mannigfaltigkeit erblicken, vielleicht die üppigst fließende von allen. Nichts ist natürlicher, als daß Knorpel und Knochen in ihrer Härte, Biegsamkeit, Federkraft und anderen Eigenschaf-

---

*) Das sogenannte hornige Albumen.

ten, namentlich aber auch in der Gestalt ihrer kleinsten Formbestandtheile von einander abweichen, wenn man bedenkt, daß die Knorpel mehr als dreimal so reich an Wasser sind als die Knochen, und daß bei der Umwandlung des Knorpels in Knochengewebe die Alkalisalze immer mehr den Erdsalzen, das Kochsalz und der kohlensaure Kalk der Knorpel dem phosphorsauren Kalk weichen, der die Umwandlung des Knorpelgewebes in Knochen bedingt.

Die ursprüngliche Verschiedenheit der Grundstoffe und ihrer Mischung ist also schon fruchtbar genug in der Erzeugung des Formenwechsels, den wir an der Erdoberfläche bewundern. Aber diese Fruchtbarkeit wird unendlich erhöht durch die verschiedenartigen Bewegungen, welche der Stoff dem Stoffe ertheilen kann. Auf solche Veränderungen der Bewegung läuft die Wirkung der Umstände hinaus. Niemand wird so kurzsichtig sein, in diesen Wirkungen, welche der eine Stoff auf den anderen überträgt, Kräfte zu erblicken, die nicht an einen stofflichen Träger gebunden wären.

Liebig erinnert daran, daß der kohlensaure Kalk, wenn er in der Kälte krystallisirt, die Krystallform, die Härte und das Lichtbrechungsvermögen des Kalkspaths, in der Wärme krystallisirend dagegen die Form und die Eigenschaften des Arragonits annimmt [250]). Wir lesen ferner bei Liebig, daß Kochsalz, wenn es bei — 10°

kryſtalliſirt, mit dem Waſſer eine chemiſche Verbindung eingeht; es bilden ſich ſchöne, durchſichtige, waſſerhelle Säulen, die in hundert Gewichtstheilen mehr als achtunddreißig Theile Waſſer enthalten. Bei 0° hört dieſe Anziehung zum Waſſer auf; Kochſalz, das bei gewöhnlichen Wärmegraden kryſtalliſirt, iſt immer waſſerfrei [251]). Wir wiſſen durch Grove, daß glühendes Platin im Stande iſt, Waſſer zu zerſetzen, ebenſo wie der galvaniſche Strom.

Aber die Wärme iſt nicht etwa eine vom Stoff losgebundene Kraft, noch weniger ein eigener Stoff. Wir kennen keine Wärme, ſondern nur warme Stoffe, das heißt Körper, in welchen die Anordnung der kleinſten Theilchen aus einem Zuſtande eigenthümlich erhöhter Bewegung hervorging. Iſt es nicht klar, daß ſolche Bewegungen die Lagerung der kleinſten Theilchen, die Anziehungsverhältniſſe auch in andern Stoffen verändern müſſen, auf welche ſich die Bewegungen übertragen?

So bewirkt das Licht eine Verbindung des Waſſerſtoffs mit Chlor zu Salzſäure, eine Verbindung des Sauerſtoffs mit dem Schwefel und dem Arſenik des gelben Schwefelarſeniks *), es bedingt die Entwicklung der Farbſtoffe in den Pflanzen, lauter Wirkungen, die ſich im Schatten nicht ereignen. Salpeterſaures Silberoxyd

---

*) Auripigment.

wird im Licht zersetzt, ein Theil des Sauerstoffs entweicht, und die Lösung schwärzt sich, weil metallisches Silber sich ausscheidet. „Die unmittelbare Ursache solcher Zersetzungen", sagt Draper, „besteht darin, „daß ein Lichtstrahl die Stofftheilchen, welche er trifft, „in schnelle Schwingungen versetzt; daher kann es geschehen, daß in den kleinsten Theilchen die Grundstoffe „nicht mehr zu derselben Gruppe vereinigt bleiben können; die Grundstoffe der kleinen Gruppe können in „einem solchen Falle nicht einstimmig nach derselben „Richtung bewegt werden. Das Ergebniß ist eine „Umlagerung, eine Verbindung oder Zersetzung"[252]). Berliner Blau wird nach Chevreul im luftleeren Raum unter bloßer Einwirkung des Sonnenlichts entfärbt, indem es Cyan oder Blausäure abgiebt. Vollkommen trockner Sauerstoff stellt die blaue Farbe wieder her, indem sich so viel Eisenoxyd bildet, als der Menge des ausgeschiedenen Cyans entspricht.[253])

Man weiß, daß der Luftdruck einer Quecksilbersäule von achtundzwanzig Pariser Zoll das Gleichgewicht hält. Wenn man die gasförmige Kohlensäure einem Druck aussetzt, der sechsunddreißigmal so stark ist, dann wird dieselbe zu einer farblosen tropfbaren Flüssigkeit verdichtet. Der höhere Luftdruck, indem er zu den Umständen gehört, welche stoffliche Veränderungen hervorrufen, wirkt offenbar, indem er die Bewegung verändert. Eine Lösung

von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron nimmt sehr viel Kohlensäure auf. Allein eine bedeutende Verminderung des Luftdrucks, die Anwendung der Luftpumpe reicht hin, um die Kohlensäure wieder aus der Lösung auszutreiben.

Wenn aber Licht und Wärme, Elektricität und Luftdruck als Zustände des Stoffs erscheinen, welche auf mächtige Weise Bewegung und dadurch stoffliche Umsetzungen bewirken, in Hunderten von Fällen sind geringere Einflüsse thätig, und dennoch ertheilen sie dem Stoff die merkwürdigsten Bewegungen.

Es gehört zu den bekannteren Erscheinungen, daß eine formlose, schwarze Verbindung von Schwefel und Quecksilber durch einfaches Reiben in den schönen, hochrothen, krystallinischen Zinnober verwandelt wird. Knallsilber, Knallquecksilber, Jodstickstoff, Silberoxyd-Ammoniak zersetzen sich in Folge eines gelinden Stoßes.[254]

Das Schmiedeeisen hat eine traurige Berühmtheit dadurch erlangt, daß es durch bloße Erschütterung krystallinisch und brüchig wird, was für die Achsen der Dampfwagen eine so gefährliche Bedeutung erlangte. Kohn hat dargethan, daß wiederholte Drehungen, die das Eisen in eine federnde, schwingende Bewegung versetzen, hinreichen, um die Lagerung der kleinsten Theilchen so zu verändern, daß das Eisen die krystallinische, brüchige Beschaffenheit annimmt. Ja, Erdmann hat kürzlich

einen Fall beobachtet, in welchem bleihaltiges Zinn der Orgelpfeifen ein krystallinisches Gefüge angenommen hatte, offenbar in Folge der tonerzeugenden Schwingungen. [255])

Eine Reihe von höchst merkwürdigen Untersuchungen, welche Heinrich Rose in neuester Zeit über das Verhalten des Wassers angestellt hat, lehrt uns, daß große Wassermengen schwache Säuren, wie die Kohlensäure oder die Kieselsäure, aus ihren Salzen auszutreiben vermögen. [256])

Saures schwefelsaures Natron wird nach Rose durch eine reichliche Wassermenge in schwefelsaures Natron, das gewöhnliche Mittelsalz, und freie Schwefelsäure verwandelt, die sich mit Wasser verbindet. Das Wasser übernimmt im Verhältniß zur Schwefelsäure die Rolle einer Basis.

Auf diesem Wege gelingt es, Verbindungen, die aus zwei Salzen bestehen, sogenannte Doppelsalze, zu zerlegen. Der Glauberit ist eine Verbindung von schwefelsaurem Kalk und schwefelsaurem Natron. Wird derselbe mit einem sehr großen Ueberschuß von Wasser behandelt, dann wird das schwefelsaure Natron gelöst, während der schwefelsaure Kalk ungelöst zurückbleibt. Graham ist es bei seinen berühmten Versuchen über die Vertheilung der Salze im Wasser sogar gelungen, den Alaun, der eine so feste Verbindung von schwefelsaurer Thonerde und schwefelsaurem Kali darstellt, durch

eine große Wassermenge zu zerlegen. Es wird dem Alaun ein Theil seines schwefelsauren Kalis entzogen, das in Lösung übergeht. [257])

So mächtig ist die Wirkung derjenigen Einflüsse, die allgegenwärtig den Stoff beherrschen. Wasser und mechanische Erschütterungen, Licht und Wärme, Luftdruck und Elektricität, wo sind sie unthätig? Und wenn die Umstände, deren Mannigfaltigkeit den Wechsel der stofflichen Beschaffenheit bedingt, überall gleichbedeutend sind mit Bewegungen, welche der eine Stoff auf den andern überträgt, so ist es ein zwingender Schluß, daß alle Zustände der Körper überhaupt auf verschiedene Bewegungszustände zurückgeführt werden müssen.

Wir wissen, daß viele Flechten ausschließlich leben von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, denen sich einige Salze zugesellen. Kohlensäure, Wasser und Ammoniak sind überhaupt die wichtigsten Nahrungsstoffe, mit deren Hülfe sich die Pflanzenwelt entwickelt.

Bunsen und Playfair haben es schon vor einigen Jahren gezeigt und Rieken hat es kürzlich bestätigt, daß man das Cyan, eine Verbindung von Stickstoff und Kohlenstoff, aus anorganischen Stoffen gewinnen kann. Wenn man kohlensaures Kali mit reiner Kohle innig mengt und das Gemenge in einem Strom von Stickstoff so stark erhitzt, daß das Kali seines Sauerstoffs beraubt wird, dann bildet sich Cyankalium [258]). Auf diese That-

sache gründet sich die in England begonnene fabrikmäßige Bereitung des Blutlaugensalzes, einer Doppelverbindung von Cyan mit Kalium und Eisen, mit Benützung des Stickstoffs der Luft. Früher glaubte man, daß Cyan nur durch die Zersetzung stickstoffhaltiger organischer Stoffe gewonnen werden könnte.

Cyan mit Sauerstoff verbunden stellt die Cyansäure dar. Aber ebenso, wie das Cyan sich aus den Grundstoffen künstlich bereiten läßt, kann sich Wasserstoff in dem Augenblick, in welchem er aus seinen Verbindungen frei wird, mit Stickstoff zu Ammoniak verbinden. Liebig und Wöhler haben uns nun gelehrt, daß man aus Cyansäure und Ammoniak einen organischen Stoff, den Harnstoff, gewinnen kann. Zu dem Ende mischt man cyansaures Kali mit schwefelsaurem Ammoniak. Dann verbindet sich das Kali mit der Schwefelsäure und das Ammoniak mit der Cyansäure. Die letztere Verbindung bildet aber nicht cyansaures Ammoniak, sondern Harnstoff. Der Harnstoff kann also aus den Grundstoffen künstlich dargestellt werden.

Aus Chlorkohlenstoff, der aus Schwefelkohlenstoff gewonnen wird, hat Kolbe Chloressigsäure dargestellt. Chlorkohlenstoff und Wasser gaben Salzsäure und Chloressigsäure. Durch Kalium und Wasser ließ sich die Chloressigsäure in Essigsäure verwandeln. Eine organische Säure, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauer-

stoff bestehend, ging also aus den einfachen Grundstoffen und deren anorganischen Verbindungen hervor. Durch trockne Hitze hat Berthelot die Essigsäure in vier andere organische Verbindungen übergeführt, die zum Theil aus Kohlenstoff und Wasserstoff, zum Theil aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestanden*). Drei dieser Körper sind durch einen höheren Kohlenstoffgehalt vor der Essigsäure ausgezeichnet.[259])

Noch zahlreicher sind die Beispiele, in welchen es gelungen ist, aus einfachen organischen Verbindungen Stoffe von mehr verwickelter Zusammensetzung zu bereiten. Man zählt bisher das ölbildende Gas gewöhnlich zu den organischen Stoffen, weil man noch kein Verfahren kennt, dasselbe aus den Grundkörpern darzustellen. Es ist indeß eine so einfache Verbindung von Kohlenstoff und Wasserstoff, daß nicht daran zu zweifeln ist, es werde den fortgesetzten Bemühungen der Chemiker gelingen, sie aus den Grundstoffen zu erzeugen. Behandelt man das ölbildende Gas mit wasserfreier Schwefelsäure, dann erhält man eine schwefelhaltige organische Säure**), deren Ammoniaksalz, nach Strecker's Entdeckung[259 a]) nur erhitzt zu werden braucht, um eine solche Umlagerung der Grundstoffe hervorzurufen, daß dabei eins der Erzeugnisse

---

*) Naphthalin, Benzin, Phenyloxydhydrat und Aceton.
**) Isäthionsäure.

der Zersetzung der Galle gebildet wird *). Der hierdurch entstehende Körper ist aber eine sehr hoch zusammengesetzte Verbindung; er enthält Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und außerdem noch Schwefel. Kaum ist diese Thatsache bekannt geworden, und bereits hat ihr Berthelot eine nicht minder merkwürdige hinzugefügt. Berthelot fand nämlich, daß Schwefelsäure mit ölbildendem Gase geschwängert und mit Wasser versetzt in der Wärme Alkohol giebt. Damit haben wir also diesen Hauptbestandtheil unserer gegohrenen Getränke ohne jegliche Dazwischenkunft gährenden Zuckers bereiten lernen. Geht man nun von der gewiß nicht überschwänglichen Hoffnung aus, daß die Chemie es einmal dahin bringen wird, aus Kohlenstoff und Wasserstoff ölbildendes Gas zu bereiten, so gewinnt durch Berthelot's Entdeckung ein früherer Fund von Strecker eine doppelte Bedeutung. Strecker lehrte nämlich, daß man Milchsäure gewinnen kann aus Blausäure und einem Stoff, der sich von der wasserhaltigen Essigsäure nur durch Wenigergehalt von Sauerstoff, vom Alkohol durch Wenigergehalt von Wasserstoff unterscheidet **). Man bereitet diesen Körper aus Alkohol, indem man diesem durch Sauerstoff abgebende Stoffe seinen Mehrgehalt an Wasser-

---

*) Taurin.

**) Aldehyd.

stoff raubt. Aber Blausäure, die Verbindung von Cyan mit Wasserstoff, kann der Chemiker aus ihren Grundstoffen erzeugen. Den zweiten Stoff, dessen es zur Darstellung von Milchsäure bedarf, gewinnt man aus Alkohol, und Alkohol aus ölbildendem Gase. Wer uns also lehrt, wie wir aus den Grundstoffen ölbildendes Gas machen können, der liefert uns das letzte Hülfsmittel, um aus anorganischen Körpern Milchsäure, Alkohol und ein sehr zusammengesetztes Erzeugniß der Zersetzung der Galle zu bereiten. Wir können dann eine der lieblichsten Aetherarten, die Verbindung von Essigsäure und Aether, ohne nähere oder fernere Hülfe des Lebens von Pflanzen und Thieren ins Dasein rufen.

Man kann durch eine Hefe, das heißt durch einen Stoff, dessen kleinste Theilchen in Bewegung begriffen sind, die kleinsten Theilchen des Harnstoffs in Bewegung versetzen. Der Harnstoff geräth in Gährung. Diese Gährung ist häufig von einer Pilzbildung begleitet (C. Schmidt).

Wenn aber die Pflanze leben kann von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak, wenn wir organische Stoffe, stickstoffhaltige und stickstofffreie, wie Harnstoff, Essigsäure und andere, auf künstlichem Wege aus den Grundstoffen darstellen können, wenn das Zerfallen des Harnstoffs eine Entwicklung von Pilzen begünstigt, dann ist es allseitig festgestellt, daß organische und organisirte

Stoffe aus anorganischen Grundstoffen und anorganischen Verbindungen hervorgehen.

Nun aber ist die Kraft eine Eigenschaft des Stoffs. Eine Kraft, die nicht an den Stoff gebunden wäre, die frei über dem Stoff schwebte und sich beliebig mit dem Stoff vermählen könnte, ist eine ganz leere Vorstellung. Dem Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, dem Schwefel und Phosphor wohnen ihre Eigenschaften von Ewigkeit ein.

Also können sich die Eigenschaften des Stoffs, wenn er in die Zusammensetzung von Pflanzen und Thieren eingeht, nicht verändern. Die Annahme einer besonderen Lebenskraft erweist sich dadurch als völlig nichtig.

Wer von einer Lebenskraft redet, von einer typischen Kraft, oder wie man sonst den Namen verändern möge, der ist genöthigt, eine Kraft ohne Stoff anzunehmen. Eine Kraft ohne stofflichen Träger ist eine durchaus wesenlose Vorstellung, ein sinnloser abgezogener Begriff.

Der einzige Grundunterschied zwischen organischer und anorganischer Materie besteht darin, daß der organische Stoff eine weit mehr zusammengesetzte Mischung besitzt. So wie der Stoff einen bestimmten Grad zusammengesetzter Mischung erreicht hat, entsteht mit der organisirten Form die Verrichtung des Lebens. Die Erhaltung jenes Mischungszustandes bei fortwährendem Wechsel der Stoffe bedingt das Leben der Einzelwesen.

Jene Eigenthümlichkeit der Zusammensetzung ist nicht etwa Ausfluß einer besonderen Verwandtschaft der Grundstoffe, die denselben außer dem Leben fehlte. Nur der Zustand der Verbindung, Wärme, Luftdruck, Bewegung in meßbaren Entfernungen sind verschieden, die oben umschriebenen Umstände sind abweichend, unter welchen die Verwandtschaft sich äußert, die von Ewigkeit her dem Stickstoff, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, dem Schwefel, dem Phosphor innewohnt.

Glühendes Platin vermag Wasser zu zersetzen, die Pflanze leistet dasselbe. Die Pflanze verdichtet Kohlensäure ähnlich wie ein Druck von sechsunddreißig Atmosphären. Es sind nur die Umstände, die Arten und Richtungen der Bewegung, die dem Stoff vom Stoffe mitgetheilt werden, welche die Erzeugnisse der in den Elementen thätigen Verwandtschaft bestimmen.

Darum geben uns die Vorgänge, die wir in Bechergläsern und Tiegeln beobachten, so manchen Aufschluß über das Leben. Viele Chemiker behaupten beinahe in Einem Athem, diese oder jene Umwandlung organischer Stoffe sei im Körper nicht anzunehmen, weil sie im Laboratorium nicht gelungen sei, und umgekehrt: eine im Laboratorium mögliche Veränderung sei deshalb nicht auch im Körper möglich. Jene Annahme und diese Möglichkeit sind jedoch immer denkbar und sehr oft wirklich.

In den allermeisten Fällen vermag der Organismus

wenigstens ebensoviel wie Kolben und Retorten, nicht selten mehr. Wie sich mit Bezug auf die Geologie der Tiegel des Chemikers zur großen, nimmer ruhenden Werkstatt der Natur verhält, so in den physiologischen Erscheinungen die Kunstgriffe des Laboratoriums zu der unaufhörlich strömenden Bewegung des Lebens. Und eben der Umstand, daß der Organismus Verbindungen und Zersetzungen bewirkt, die wir bis jetzt auf künstliche Weise nicht nachzuahmen vermögen, ist ein deutlicher Beweis für die Möglichkeit, daß die Stetigkeit des lebendigen Stoffwechsels mit scheinbar geringeren Mitteln häufig die Macht der Eingriffe aufwiegt, welche im Laboratorium auf eine kurze Spanne Zeit beschränkt bleibt.

Man beruft sich zur Vertheidigung einer eigenen Lebenskraft immer und immer wieder darauf, daß wir kein Thier und keine Pflanze zu machen vermögen. Sind wir denn immer im Stande, ein zusammengesetztes Mineral nach Belieben zu erzeugen, wenn wir seine Mischung auch noch so vollkommen kennen? Und doch schreibt Niemand dem Berge Lebenskraft zu. Die Aufgabe, welche von Laien so oft mit stolzer Zuversicht dem Naturforscher gestellt wird, die Aufgabe den Homunculus zu machen, begründet gegen die Verwerfung der Lebenskraft auch nicht den Schatten eines Einwurfs. Wenn wir Licht und Wärme und Luftdruck ebenso beherrschen könnten, wie die Gewichtsverhältnisse des Stoffs, dann würden wir

nicht nur viel öfter als jetzt im Stande sein, organische Verbindungen zu mischen, wir würden auch die Bedingungen zur Entstehung organisirter Formen erfüllen können.

Wenn es bis jetzt verhältnißmäßig selten gelingt, organische Stoffe aus den Elementen oder wenigstens aus einfachen anorganischen Verbindungen aufzubauen, so liegt die Schuld daran, daß wir noch in so wenigen Fällen die Lagerung der kleinsten Theilchen, die Anordnung des Stoffs, die Gruppirung der Elemente erkannt haben. Es fehlt die Kenntniß der inneren chemischen Verfassung.

„Die Gesetze des Zerstörens ermitteln wir immer „zuerst", sagt Liebig sehr richtig. Ich kann aber nicht mit ihm einstimmen, wenn er hinzufügt, daß es dahinsteht, „ob wir die des Aufbauens jemals kennen „lernen werden"[260]). Um so mehr freut es mich, hinzufügen zu können, daß Liebig an einer anderen Stelle ausgesprochen hat, daß wir Erfahrungen genug besitzen, „um die Hoffnung zu begründen, daß es uns gelingen „wird, Chinin und Morphin, die Verbindungen, woraus „das Eiweiß oder die Muskelfaser besteht, mit allen „ihren Eigenschaften hervorzubringen", daß Liebig glaubt, es könne „morgen oder übermorgen Jemand ein „Verfahren entdecken, aus Steinkohlentheer den herr„lichen Farbstoff des Krapps oder das wohlthätige

„Chinin, oder das Morphin zu machen“ [261]). Und mehr als Glaube und Hoffnung ist die That. Die That aber ist die von Liebig und Wöhler geleistete Darstellung des Harnstoffs aus Cyansäure und Ammoniak.

Auffallen muß es daher, wenn Liebig sagt: „Es „ist sicher, daß eine Menge Wirkungen, die wir in „lebendigen Körpern wahrnehmen, durch chemisch-phy- „sikalische Ursachen bedingt werden, aber man geht viel „zu weit, hieraus schließen zu wollen, daß alle im „Organismus thätigen Kräfte identisch sind mit denen, „welche die todte Materie regieren“ [262]). Vollkommen unklar ist es aber, wenn Liebig von einer „höheren „Potenzirung gewisser Elemente durch die Lebensthätigkeit „in der Pflanze und im Thiere“ spricht [263]), oder wenn es an einer anderen Stelle heißt: „Mit dem Tode fallen „die Elemente der unbeschränkten Herrschaft der chemi- „schen Kräfte wieder anheim“ [264]). Jene Potenzirung kann vernünftiger Weise nichts Anderes bedeuten, als eine eigenartige Bewegung des Stoffs. Wer kann sich aber eine Bewegung denken, durch welche die Eigenschaften vom Stoff geschieden würden? Und doch gelangt Liebig zu dieser Annahme, wenn die Stoffe erst nach dem Tode ihre chemischen Wirkungen wieder geltend machen sollen.

„Es giebt keine Kräfte“, sagt Liebig, „die einan- „der näher stehen, wie die chemische Kraft und die Le- „benskraft“ [265]). Und doch hat Liebig an zahlreichen

Stellen die chemische Kraft der Lebenskraft entgegengestellt [266]). „Die Form, die Eigenschaften der einfachsten „Gruppen von Atomen bedingt die chemische Kraft unter „der Herrschaft der Wärme, die Form und Eigenschaften „der höheren, der organisirten Atome bedingt die Lebenskraft.“ [267])

Ist das nicht gerade so, wie wenn die Lebenskraft, losgebunden vom Stoffe, frei in der Luft schwebte und nur der Gelegenheit harrte, um einen Theil des Stoffs unter ihre Botmäßigkeit zu bringen? Und doch sagt Liebig ganz richtig: „Aus Nichts kann keine Kraft „entstehen“ [268]). „Es giebt in der Natur keine Kraft, „die etwas aus sich selbst erzeugt und schafft, keine, „welche fähig ist, die Ursachen zu vernichten, welche der „Materie ihre Eigenschaften geben; das Eisen hört nie „auf Eisen, der Kohlenstoff Kohlenstoff, der Wasserstoff „Wasserstoff zu sein; aus den Elementen der organischen „Körper kann nie Eisen, es kann kein Schwefel, kein „Phosphor daraus entstehen.“ [269])

Nur weil sich Liebig nicht frei machen kann von dem Gegensatz zwischen Kraft und Stoff, weil er von Ursachen spricht, „welche der Materie ihre Eigenschaften „geben“, weil er nicht einsieht, daß die Kraft nichts weiter ist, als eine unzertrennliche Eigenschaft des Stoffs, kann er der alten Bezeichnung Lebenskraft und dem Worte Verwandtschaft einen gleichen Sinn unterlegen [270]).

Darin liegt aber der Irrthum, der den geläufigen Vorstellungen von der Lebenskraft in so gefährlicher Weise anklebt, daß die Lebenskraft eine Kraft sein soll ohne Träger, eine Idee, die den Leib baut, ein selbstherrliches Nichts, mit dem man alles an- und aufstellen kann, weil es durch keine Wirklichkeit bedingt, begrenzt, begründet ist. Die Verwandtschaft dagegen ist ein ewiges, ein unverwüstliches Merkmal des Stoffs, das diesen nie verläßt, nicht im Leben, nicht im Tode.

Liebig selbst hat es so richtig gesagt: „sie" (ungebildete Aerzte) „und ihre Geistesverwandten verdrießt „es, daß die Wahrheit so einfach ist, obwohl es ihnen „mit aller Mühe nicht gelingt, sie praktisch zu nützen; „daher geben sie uns die unmöglichsten Ansichten und „schaffen sich in dem Worte Lebenskraft ein wunderbares Ding, mit dem sie alle Erscheinungen erklären, „die sie nicht verstehen. Mit einem durchaus unbe„greiflichen, unbestimmten Etwas erklärt man „alles, was nicht begreiflich ist" [271]). Niemand hat aber meines Bedünkens die sittliche Folge dieses Verfahrens kräftiger und greifbarer ausgedrückt als Du Bois-Reymond, wenn er sagt: „Die Lebenskraft ist der „unüberspringbar breite Graben, von dem der Wett„renner auf der Bahn mit Hindernissen fälschlich gehört „hat, den er nun hinter jeder Hecke wähnt, und dadurch „moralisch gelähmt wird." [272])

Man braucht denn auch die Liebig'schen Briefe nur fleißig zu lesen, um es mindestens zweifelhaft zu finden, ob die Ueberzeugung von dem Vorhandensein einer Lebenskraft bei Liebig die Festigkeit besitzt, die allein in den Stand setzt, eine strenge Folgerichtigkeit zu behaupten. „In einem Thier der höheren Klassen", sagt Liebig, „beobachten wir in der Anordnung seiner Theile „und in den von diesen ausgehenden wunderbaren Thä„tigkeiten eine so große und auffallende Verschiedenheit „von allen Erscheinungen der unbelebten Natur, daß „Viele verführt sind, sie besonderen, von den unorga„nischen ganz abweichenden Kräften zuzuschreiben; die „vitalen Erscheinungen und ihre unbekannten Ursachen „erschienen lange Zeit hindurch den Forschern so über„wiegend, daß man die Mitwirkung der chemischen und „physikalischen Kräfte vergaß, daß man ihr Vorhanden„sein bestritt und läugnete; in den niedrigsten Pflanzen„gebilden sind, im Gegensatze hierzu, chemische und „physikalische Thätigkeiten so vorherrschend, daß die „Existenz der vitalen ganz besonderer Beweise bedarf." „An ihrer Grenzlinie sind die Wirkungen der chemischen „Kräfte von denen der Lebenskraft nicht mehr unter„scheidbar" [273]. „Wenn wir sehen", heißt es an einer anderen Stelle, „daß die Ursachen oder Kräfte, von „welchen die Eigenschaften der Körper, ihre Fähigkeit, „auf unsere Sinne einen Eindruck zu machen oder über=

„haupt einen Effekt auszuüben, in einem ermittelbaren „Abhängigkeitsverhältnisse zu einander stehen, wer könnte „gegenwärtig daran zweifeln, daß die vitalen Eigen„schaften diesen Gesetzen der Abhängigkeit gleich allen „anderen Eigenschaften folgen, daß die chemischen und „physikalischen Eigenschaften der Elemente, ihre Form „oder Ordnungsweise, eine ganz bestimmte und bestimm„bare Rolle in den Lebenserscheinungen spielen?“ [274])

Und wie vortrefflich paßt hierzu die folgende Bemerkung: „Wir haben in der neueren Zeit eine große „Anzahl von Erscheinungen kennen gelernt, von denen „wir kaum wissen, welche von allen den bekannten Ur„sachen daran Theil haben. In früherer Zeit würde „man sich beeilt haben, die Existenz ganz besonderer, „bis dahin unbekannter Kräfte daraus zu folgern; wir „thun dies nicht, weil wir unserer Unwissenheit in Be„ziehung auf die Eigenthümlichkeit der bekannten, na„mentlich der sogenannten Molecularkräfte, der Cohäsion „und Affinität uns bewußt sind.“ [275])

Alle Vorstellungen von der Lebenskraft lassen sich auf die tief wurzelnde Neigung des Menschen zurückführen, sich eine Reihe von Erscheinungen, deren Zusammenhang ihm räthselhaft blieb, in der Gestalt einer Persönlichkeit vorzustellen. Merkwürdig genug entspringt die wesenloseste Trennung von Kraft und Stoff gerade dem Bedürfniß, sich in den Wogen schwankender Erscheinungen

an dem zum Steuermann verkörperten Bilde eines gemeinsamen Grundes festzuhalten. Die leibhaftigste Wirklichkeit und die wesenloseste Verflüchtigung entwachsen Einem Stamme.

Wenn die Elemente, Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, einmal organisirt sind, dann haben die bestimmten Gestalten ein Beharrungsvermögen, das, wie die bisherige Erfahrung lehrt, auf Jahrhunderte und Jahrtausende fortdauert. Mittelst der Samen, Knospen, Eier kehren die nämlichen Gestalten in bestimmtem Wechsel wieder. Auf die regelmäßige Wiederkehr hat man vorzugsweise die naturgeschichtliche Eintheilung in Arten gegründet.

Den Inbegriff der Umstände, den Zustand, durch welchen die Verwandtschaft der Materie mit jenem Beharrungsvermögen dieselben Formen erzeugt, hat Henle nach Schelling's Vorgang mit dem Namen der typischen Kraft belegt. Ein kleiner Fortschritt ist in diesen typischen Kräften im Vergleich zur Lebenskraft gegeben, indem dieselben doch so viel Zustände der Materie anerkennen, als es Organe giebt und Arten. Allein die typische Kraft der Pflanzen und Thiere ist eine ebenso leere Vorstellung oder auch eine ebenso kindliche Gestaltung zur Person, wie ihre Mutter, die Lebenskraft.

Angesichts der Unklarheit, von der sich mit Liebig so viele namhafte Naturforscher nicht befreien konnten,

kann ich mir die Freude nicht versagen, eine längere Stelle von Du Bois-Reymond hier mitzutheilen. Nicht um meinen Standpunkt durch das Ansehen eines Mannes zu unterstützen, dessen Gedankenreichthum mit erfolgreicher Forschung im Bunde ihn in kurzer Zeit auf die höchsten Stufen der Anerkennung getragen hat, sondern weil es mir immer wichtig scheint, wenn sich zwei Männer, unabhängig von einander, in der Beantwortung einer Lebensfrage begegnen. Die Vorrede zu Du Bois-Reymond's wichtigem Werke über die thierische Elektricität war längst geschrieben und gedruckt, bevor ich die Einleitung zu meiner Physiologie des Stoffwechsels schrieb. Und dennoch hatte ich jene nicht gelesen, als diese bereits erschienen war. Ich sage das nicht, um für mich einen Theil der Ehre zu retten, die etwa jener Gedankenentwicklung gebühren könnte — wenn ihr anders für jetzt Ehre oder Anerkennung bevorsteht. Ich theile jenen Umstand vielmehr nur darum mit, weil ich auch meinen Lesern die Freude gönne, welche mir jenes Begegnen bereitet hat, und weil ich Du Bois-Reymond's vortreffliche Erörterung einem Kreise bekannt machen möchte, dem sein gelehrtes, inhaltreiches Buch höchst wahrscheinlich ein Geheimniß bleibt.

„Die sogenannte Lebenskraft in der Art, wie sie „gewöhnlich auf allen Punkten des belebten Körpers „gegenwärtig gedacht wird, ist ein Unding. Wenn die

„andere Partei darauf besteht, daß in den Organismen „Kräfte walten, welche nicht außerhalb derselben gefun= „den werden, so bleibt ihr nichts Anderes übrig, als „Folgendes zu behaupten. Ein Stofftheilchen, indem „es in den Wirbel der Lebensvorgänge geräth, wird „zeitweise mit neuen Kräften begabt. Diese Kräfte gehen „wiederum verloren, wenn der Lebenswirbel, des Theil= „chens überdrüssig, es endlich auswirft an die Küste „der todten Natur. Wir sind (oben) zu der Einsicht „gelangt, daß zwischen den Vorgängen der anorganischen „und denen der organischen Natur kein anderer Unter= „schied denkbar sei, als derjenige, daß in beiden die „Stofftheilchen mit verschiedenen Kräften ausgerüstet „seien. Ob eine solche Verschiedenheit wirklich statt= „finde, haben wir noch unerörtert gelassen. Den Ver= „theidigern der Lebenskräfte erscheint dieselbe als eine „ausgemachte Sache, und sie würde nach ihnen, wenn „sie folgerichtig schließen wollen, also zu suchen sein „eben in jenen neuen Kräften, womit die Stofftheilchen „in den Organismen ausgerüstet werden."

„Diese Annahme ist unhaltbar. Um dies zu zeigen, „ist es nöthig, etwas tiefer einzugehen auf den Begriff, „der zu verbinden ist mit dem Worte „„Kraft."" Wir „haben oben für einen Augenblick gelten lassen die Be= „stimmung der Kraft als der Ursache der Bewegung. Es „ist dies eine bequeme Redeweise, deren man sich nicht

„leicht entschlagen kann und sich ihrer auch immerhin be-
„dienen mag. Nur darf man nie vergessen, daß der
„Kraft in diesem Sinne keine Wirklichkeit zukommt, so
„wie man an den Grund der Erscheinungen denkt. Geht
„man auf diesen Grund, so erkennt man bald, daß es
„weder Kräfte noch Materie giebt. Beides sind von
„verschiedenen Standpunkten aus aufgenommene Abstrac-
„tionen der Dinge, wie sie sind. Sie ergänzen einander
„und sie setzen einander voraus. Vereinzelt haben sie
„keinen Bestand, so daß die vorstellende Thätigkeit, in-
„dem sie das Wesen der Dinge zu zergliedern strebt, kei-
„nen Ruhepunkt findet, sondern in's Unendliche zwischen
„beiden Abstractionen hin und her schwankt."

„Die Kraft in jenem Sinne ist nichts als eine ver-
„stecktere Ausgeburt des unwiderstehlichen Hanges zur
„Personification, der uns eingeprägt ist; gleichsam ein
„rhetorischer Kunstgriff unseres Gehirns, das zur tro-
„pischen Wendung greift, weil ihm zum innern Ausdruck
„die Klarheit der Vorstellung fehlt. In den Begriffen
„von Kraft und Materie sehen wir wiederkehren den-
„selben Dualismus, der sich in den Vorstellungen von
„Gott und der Welt, von Seele und Leib hervordrängt.
„Es ist, nur verfeinert, immer noch dasselbe Bedürfniß,
„welches einst die Menschen trieb, Busch und Quell,
„Fels, Luft und Meer mit Geschöpfen ihrer Einbil-
„dungskraft zu bevölkern. Was ist gewonnen, wenn

„man sagt, es sei die gegenseitige Anziehungskraft, wo„durch zwei Stofftheilchen sich einander nähern? Nicht „der Schatten einer Einsicht in das Wesen des Vor„ganges. Aber, seltsam genug, es liegt, für das uns „innewohnende Trachten nach den Ursachen, eine Art „von Beruhigung in dem unwillkürlich vor unserem in„nern Auge sich hinzeichnenden Bilde einer Hand, welche „die träge Materie leise vor sich herschiebt, oder von „unsichtbaren Polypenarmen, womit die Stofftheilchen „sich umklammern, sich gegenseitig an sich zu reißen „suchen, endlich in einen Knoten sich verstricken.“

Und weiter: „Es ist klar, daß es unter diesen Um„ständen gar keinen Sinn mehr bietet, wenn die Rede „ist von einer Kraft als einem selbständigen Dinge, „welches der Materie gegenüber ein unabhängiges Da„sein behaupte; welches außerhalb derselben befindlich, „auf sie wirke, wenn sie zufällig in seinen Bereich ge„räth; welches ihr ferner zeitweise zuertheilt und wieder„um von ihr abgelöst werden könne. Nur die unerforsch„liche Zweieinigkeit, in der wir vereint Materie und „Kraft erkennen, kann bewegend und bewegt werdend „in Wechselwirkung gerathen mit ihres Gleichen, dem „gleich Unerforschlichen. Die Materie ist nicht wie ein „Fuhrwerk, davor die Kräfte, als Pferde, nach Belie„ben nun angespannt, dann wieder abgeschirrt werden „können. Ein Eisentheilchen ist und bleibt zuverlässig ein

„und dasselbe Ding, gleichviel ob es im Meteorstein den
„Weltkreis durchzieht, im Dampfwagenrade auf den
„Schienen dahinschmettert, oder in der Blutzelle durch
„die Schläfe eines Dichters rinnt. So wenig, als in
„dem Mechanismus von Menschenhand, ist in dem letz-
„teren Falle irgend etwas hinzugetreten zu den Eigen-
„schaften jenes Theilchens, irgend etwas davon entfernt
„worden. Diese Eigenschaften sind von Ewigkeit, sie
„sind unveräußerlich, unübertragbar."

„Es kann daher nicht länger zweifelhaft bleiben, was
„zu halten sei von der Frage, ob der von uns als einzig
„möglich erkannte Unterschied zwischen den Vorgängen
„der todten und belebten Natur auch wirklich bestehe.
„Ein solcher Unterschied findet nicht statt. Es kommen
„in den Organismen den Stofftheilchen keine neuen Kräfte
„zu, keine Kräfte, die nicht auch außerhalb derselben
„wirksam wären. Es giebt also keine Kräfte, welche
„den Namen von Lebenskräften verdienen. Die Schei-
„dung zwischen der sogenannten organischen und der
„anorganischen Natur ist eine ganz willkürliche. Die-
„jenigen, welche sie aufrecht zu erhalten streben, welche
„die Irrlehre von der Lebenskraft predigen, unter welcher
„Form, welcher täuschenden Verkleidung es auch sei,
„solche Köpfe sind, mögen sie sich dessen für versichert
„halten, niemals bis an die Grenzen ihres Denkens
„vorgedrungen." [276])

Kein Stoff ohne Kraft. Aber auch keine Kraft ohne Stoff. Die Eigenschaften der Grundstoffe sind unveränderlich. Es kann demnach von keiner Lebenskraft die Rede sein. Und ebenso unklar ist die Vorstellung, wenn Liebig von einer „unorganischen Kraft" spricht. [277])

Das Leben ist nicht der Ausfluß einer ganz besonderen Kraft, es ist vielmehr ein Zustand des Stoffs, gegründet auf die unveräußerlichen Eigenschaften desselben, bedingt durch eigenthümliche Bewegungserscheinungen, wie sie Wärme und Licht, Wasser und Luft, Elektricität und mechanische Erschütterung am Stoff hervorrufen. Die thätigen Einflüsse, die sogenannten Kräfte sind warme Stoffe, elektrisch erregte Stoffe, schwingende Körper, Lichtwellen, Schallwellen, kurz Alles, was Bewegung durch Bewegung erweckt.

Aber der Mensch schafft Alles nach seinem Ebenbilde, die Ursache der Erscheinung, wie den Gott, den er anbetet. Erst in der neuesten Zeit ward diese kindliche Lust an der Gestaltung überwunden, in der Wissenschaft wie im Glauben. Will man die herculische That, an welcher in unsrer Zeit ein großer Theil der Menschen, ja unbewußt vielleicht die ganze Menschheit arbeitet, so weit sie forscht, an Einen Namen knüpfen, dann hat Ludwig Feuerbach die That vollbracht. Durch ihn ist die menschliche Grundlage für alle Anschauung, für alles Denken ein mit Bewußtsein anerkannter Fels geworden. Menschenkunde,

Anthropologie, hat Feuerbach zum Banner gemacht. Die Fahne wird siegreich durch die Erforschung des Stoffs und stofflicher Bewegung. Ich habe kein Hehl, es auszusprechen: die Angel, um welche die heutige Weltweisheit sich dreht, ist die Lehre vom Stoffwechsel.

Achtzehnter Brief.

Der Gedanke.

Die Kraft ist eine Eigenschaft des Stoffs. Die Kraft ist vom Stoff unzertrennlich. Die Kraft ist so unsterblich wie der Stoff.

Um diese Sätze in ihrer Beziehung auf das Hirnleben zu entwickeln, muß ich zunächst auf einen Grundirrthum aufmerksam machen, der unter Anderen von Liebig vertreten wird, der manche Leser unter den Laien irreführen könnte und deshalb vornweg abgethan werden muß, damit wir so unbefangen wie möglich die Zergliederung des Thatbestandes unternehmen können.

„Die Vorgänge der Befruchtung", sagt Liebig, „der Entwicklung und des Wachsthums der Thiere, „die Beziehungen ihrer Organe zu einander und die „diesen zukommenden Thätigkeiten, die Gesetze ihrer Be„wegung und der flüssigen Bestandtheile des Thier„körpers, die Eigenthümlichkeiten der Nerven- und „Muskelfaser, alle diese auffallenden und merkwürdigen

„Erscheinungen lassen sich ermitteln ohne alle Rücksicht „auf die Materie oder den Stoff, aus dem die Träger „derselben bestehen.“ 278)

Wahrlich, es genügt mit diesem einen Worte, um zu beweisen, daß Liebig kein Physiologe ist. Das ganze Wachsthum besteht in einer Aufnahme und Anziehung des Stoffs, die Möglichkeit der Befruchtung, der Entwicklung ist darauf gegründet, daß das Ei und der Samen die Bestandtheile des Bluts enthalten, mithin diejenigen, aus welchen alle Gewebe des Körpers hervorgehen können, und die Thätigkeit von Muskeln und Nerven ist so gut an ihre stoffliche Verschiedenheit gebunden, wie es wahr ist, daß die Muskeln nach Liebig's Untersuchungen nicht bestehen ohne Kali, das Hirn und die Nerven nach Frémy und Gobley nicht ohne phosphorhaltiges Fett.

Ich darf hier nicht unterlassen, zu bemerken, daß Liebig die Bedeutung und sogar die Anwesenheit des phosphorhaltigen Fettes im Hirn bekämpft. „Manche „Schriftsteller behaupten“, heißt es bei Liebig, „daß „das Fleisch und Brod Phosphor, die Milch (?) und Eier „ein phosphorhaltiges Fett gleichwie das Gehirn ent„halten, und daß an das phosphorhaltige Fett die Ent„stehung, folglich auch die Thätigkeit des Gehirns ge„knüpft sei. Daher lasse sich z. B. bei Denkern (weil „sie viel Phosphor verbrauchen) kein Ueberfluß an Phos-

„phor annehmen, und es bleibe immer wahr: ohne „Phosphor kein Gedanke.“ 279)

Liebig bezieht sich bei diesen Worten auf eine Stelle aus meiner Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, die ich hier wörtlich wiederholen muß, weil ich in der ganz unvermittelten und unklaren Mittheilung Liebig's meinen Gedankengang nicht wiedererkennen kann. Ich habe gesagt: „Das Gehirn kann ohne phosphorhaltiges „Fett nicht bestehen, das den Phosphor dem Eiweiß und „Faserstoff des Bluts verdankt. Aus anderen Grund„stoffen kann kein Phosphor werden. Darum ist es ein „nothwendiger Schluß, daß Fleisch, Brod, Erbsen er„forderlich sind, um die Ernährung des Gehirns zu er„halten, und daß Speisen, die, wie Fisch und Eier, „fertig gebildetes phosphorhaltiges Fett enthalten, die „Zufuhr dieses eigenthümlichen Bestandtheils in das „Gehirn erleichtern müssen. An das phosphorhaltige „Fett ist die Entstehung, folglich auch die Thätigkeit des „Hirns geknüpft. Daher sagt man im Spaß, daß ein „kluger Mann viel Phosphor im Gehirn habe. Denn „im Ernste wird es kein Naturforscher mei„nen. Die Mischung eines Werkzeugs leidet „unter dem Zuviel so gut, wie unter dem Zu„wenig. Eine übermäßige Zufuhr eines einzelnen Be„standtheils lassen die Gesetze regelmäßiger Anziehung, „welche die Ernährung der Gewebe bedingen, nicht so

„leicht befürchten, während die Verrichtung leidet, wenn „der Stoff in zu geringem Verhältniß vorhanden ist. „Deshalb läßt sich bei großen Denkern kein Ueberfluß an „Phosphor annehmen. Und dennoch bleibt es wahr: „ohne Phosphor kein Gedanke.[280])

Nicht mir, sondern der Anschauung, die ich vertrete, war ich es schuldig, auf jene, gewiß unabsichtliche Verstümmelung und Verwirrung meines Gedankens durch den einfachen Vergleich von Liebig's Worten mit den meinigen aufmerksam zu machen. Demnach ist es mir von besonderer Wichtigkeit hervorzuheben, daß der von Liebig begonnene Kampf sich um Worte dreht. „Die „Wissenschaft kennt keinen Beweis", sagt Liebig, „daß „der thierische Körper und die Nahrung der Menschen „und Thiere Phosphor enthalten, in der Form, wie „etwa Schwefel darin enthalten ist"[281]). Nun aber giebt Liebig zu, daß das Gehirn Phosphorsäure enthält[282]), und wir wissen es aus Gobley's Untersuchungen, daß das Gehirn ein Fett führt, das, mit Mineralsäuren oder Alkalien behandelt, in Oelsäure, Perlmutterfettsäure *) und in eine Verbindung des Oelsüßes mit Phosphorsäure **) zerfällt[283]). Also steht es fest, daß das Gehirn Phosphorsäure enthält, daß ein Theil dieser Phosphorsäure dem Hirnfett angehört.

*) Margarinsäure.

**) Phosphorglycerinsäure.

Phosphorsäure ist eine Verbindung von Phosphor mit Sauerstoff. Also ist das Hirnfett phosphorhaltig. Als ich in meiner Lehre der Nahrungsmittel von phosphorhaltigem Fett sprach, habe ich mit keiner Sylbe etwas ausgesagt über die Form, in welcher der Phosphor im Fette steckt. Daß nach Gobley's neuesten Untersuchungen der Phosphor als eine Verbindung von Phosphorsäure mit Oelsüß aus einem Fett des Hirns erhalten werden kann, das wußte ich so gut, wie Liebig. Aber Liebig, denke ich, wird es, so gut wie ich, wissen, daß damit noch nicht außer allen Zweifel gestellt ist, ob der Phosphor ursprünglich im Fett als eine Verbindung von Phosphorsäure mit Oelsüß oder in einer anderen Form vorhanden sei. Es galt einer Einzelnheit, über die ich mich für meinen damaligen Zweck nicht zu verbreiten brauchte.

Sei dem wie ihm wolle. Es ist unbestreitbar, daß das Gehirn ein phosphorhaltiges Fett enthält, daß es ohne phosphorhaltiges Fett nicht besteht. Es ist ebenso unbestreitbar, wenn Liebig sagt: „Aus den „Elementen der organischen Körper kann nie Eisen, „es kann kein Schwefel, kein Phosphor daraus entstehen"[284]). Ich darf hier wohl an eine Stelle aus meiner Lehre der Nahrungsmittel erinnern: „Kein „Grundstoff läßt sich in einen anderen verwandeln. „Dies ist die ganze Lösung des Geheimnisses. Aus

„Phosphor wird kein Sauerstoff, aus Sauerstoff „kein Kohlenstoff, aus Kohlenstoff kein Stickstoff, aus „Stickstoff kein Schwefel. Keine Macht ist im Stande, „eine Ausnahme von dieser Regel zu bewirken. So „wenig aus nichts etwas geboren wird, so wenig „vermag eine schöpferische Kraft des Körpers Eisen „in Wasserstoff oder Chlor in Calcium zu verwan„deln.“ [285])

Liebig selbst sagt es mit so viel Worten: „Die „Gehirn- und Nervensubstanz enthalten eine mit einem „Fette oder einer fetten Säure gepaarte Phosphorsäure, „die letztere zum Theil in Verbindung mit einem Al„kali“ [286]). Wenn Liebig trotzdem im Jahr 1855 drucken läßt: „Die Ehre der Erfindung, daß Phosphor „im Gehirn sei, gehört nicht mir, sondern Herrn Dr. „Moleschott an, und ich habe in meinen chemischen „Briefen erklärt, daß sie falsch sei und durch keine ein„zige Thatsache begründet werden könne“ [286 a]), so ist das ein Verfahren, auf das man nur hinzuweisen braucht, ohne darüber seine richtende Stimme in einem Ton zu erheben, den man gern aus einem wissenschaftlichen Werk verbannt. Liebig weiß nämlich sehr gut, daß es unter Chemikern üblich ist, vom Vorkommen eines Grundstoffs zu reden, wenn man gleich Ursache hat anzunehmen, daß dieser Grundstoff an der betreffenden Stelle mit anderen Grundstoffen verbunden ist. So sagt man, daß die ei-

weißartigen Körper, daß eine Säure der Galle, daß Leim Schwefel enthalte, ohne irgendwie damit abzuurtheilen über die Verbindung, in welcher dieser Schwefel möglicher und wahrscheinlicher Weise in den genannten Körpern auftritt. So sprach ich von dem Phosphorgehalt des Hirnfetts, den seitdem von Bibra durch eine Reihe der fleißigsten Untersuchungen bestätigt hat. Von Bibra hat ausdrücklich nachgewiesen, daß der Phosphorgehalt des Hirnfetts nicht etwa von einem anhängenden phosphorsauren Salze herrührt[286b]). Schreibt mir Liebig die Behauptung zu, das Gehirn enthalte gediegenen Phosphor, so sehe ich mich genöthigt, wenn auch noch so ungern, dies für eine ganz willkürliche, mit Unrecht verdächtigende Erfindung zu erklären, mit deren Ehre ich nichts zu thun habe.

Mit Nachdruck habe ich schon im Jahre 1850 hervorgehoben, daß man aus der nothwendigen Beziehung, in welcher das phosphorhaltige Fett zum Hirn steht, nicht schließen darf, daß einer großen geistigen Kraft ein um so größerer Gehalt von Phosphor im Gehirn entsprechen müsse. Ich wiederhole mit schärfster Betonung: Die Mischung eines Werkzeugs leidet unter dem Zuviel so gut wie unter dem Zuwenig. Ich freue mich hier mittheilen zu können, daß von Bibra, gestützt auf zahlreiche Untersuchungen, die Richtigkeit dieses Gedankens, zu dem mich eine grundsätzliche Betrachtung des Gegenstandes

geleitet hatte, bestätigt. Der Leser muß von Bibra's eigene Worte hören. Er sagt: „Ich bin durch eine „Reihe von Untersuchungen zu der Ueberzeu„gung gelangt, daß der Phosphor, welcher „im Gehirn gefunden wird, zwar unbedingt „ein integrirender Bestandtheil mehrerer „Fette desselben ist, und mithin ohne Zweifel „auch unumgänglich nöthig ist für die Zusam„mensetzung des Gehirns überhaupt; daß „aber eine größere oder geringere Menge „dieses Körpers keineswegs mehr oder we„niger Intelligenz bedingt, Blödsinn oder „Tobsucht bezeichnet, oder daß sich bei höher „stehenden Thieren eine größere Menge des„selben nachweisen ließe, als bei niederen „Klassen" [286c]). Und diese Worte stehen in Liebig's Zeitschrift. Liebig schreibt aber ein Jahr darauf: „Die Ehre der Erfindung, daß Phosphor im Gehirn „sei, gehört nicht mir, sondern Herrn Dr. Moleschott „an, und ich habe in meinen chemischen Briefen erklärt, „daß sie falsch sei und durch keine einzige Thatsache be„gründet werden könne." Glücklicherweise braucht man nicht daran zu erinnern, daß die Erklärungen selbst der berühmtesten Männer machtlos verhallen gegenüber der anspruchslosen Stimme gründlicher Untersuchungen.

Ich wiederhole jetzt: Das Gehirn enthält Phosphor,

wahrscheinlich als Phosphorsäure mit einem Fette oder mit einer fetten Säure gepaart. Die Formbestandtheile des Gehirns können sich nur mit Hülfe jenes phosphorhaltigen Fetts entwickeln. Liebig giebt zu, daß das Hirn der Sitz der Gedankenthätigkeit ist, „daß die Wirkungen des Gehirns im Verhältniß stehen müssen zu „der Masse des Gehirns"[287]). Und also: ohne Phosphor kein Gedanke.

Genau in derselben Bedeutung kann man sagen, daß unsre Muskeln ohne Kali nicht bestehen können, also ohne Kali keine Ortsbewegung möglich ist. Daraus folgt aber nimmermehr, daß ein Muskel nur dann höher entwickelt und besser zur Zusammenziehung befähigt sein kann, als ein anderer, wenn er diesen im Reichthum an Kali übertrifft. Eben so wenig kann aus meinem Satze: ohne Phosphor kein Gedanke, gefolgert werden, daß die Gedankenthätigkeit eines Hirns durch dessen Phosphormenge gemessen werde. Ich finde vielmehr meine Anschauung von der Bedeutung des phosphorhaltigen Fettes für das Hirnleben vollkommen bekräftigt durch von Bibra's Mittheilungen, wenn er sagt: „Daß durch ein quantitativ verändertes Verhältniß der „phosphorhaltigen Fette und mithin des Phosphors „eine größere oder geringere Intelligenz bedingt werde, „Tobsucht, Blödsinn oder irgendwie eine Reaction auf „sogenannte geistige Kraft stattfinde, hat sich nicht er-

„geben. Es hat sich zwar herausgestellt, daß die Ge-
„hirne höher stehender Thiere durchschnittlich mehr Fett
„als jene niederer enthalten, mithin auch mehr Phos-
„phor. Aber die Zusammenstellung der einzelnen Fälle
„zeigt, daß das Fett selbst als Ganzes hier eher
„eine Rolle zu spielen bestimmt sein mag. Ich läugne
„natürlich nicht, daß der Phosphor ein integri-
„render Bestandtheil der Gehirnfette ist, es
„ist sogar wahrscheinlich, daß diese phosphorhaltigen
„Fette besondere Bedeutung für den Stoffwechsel des
„Gehirnes haben. Aber ich glaube nicht, daß die Funktion
„des Gehirnes, der Träger des Gedankens, des Willens
„zu sein, speciell bedingt wird durch seinen Phosphor-
„gehalt"[267 a]). Kein aufmerksamer Leser meines Buchs
kann mir die Ansicht beilegen, als schriebe ich die Thätig-
keit des Gehirns ausschließlich dem phosphorhaltigen Fett
zu. Unstreitig sind Gallenfett, Eiweiß, Kali und die
sämmtlichen übrigen Bestandtheile des Hirns zu seiner
Mischung nothwendig und also unerläßliche Bedingungen
seiner Verrichtung. Wie ich sagte: ohne Phosphor kein
Gedanke, so hätte ich auch sagen können: ohne Eiweiß,
ohne Gallenfett, ohne Kali, ja ohne Wasser kein Ge-
danke, und am erschöpfendsten hätte ich gesagt: ohne
Hirn kein Gedanke. Ich wählte den Phosphor oder das
phosphorhaltige Fett als den eigenthümlichsten Bestand-
theil des Hirns, und nannte einen eigenthümlichen Be-

standtheil des Hirns, um so bestimmt als möglich auszudrücken, daß das Gehirn nicht etwa das Mittel ist, dessen sich ein seelisches Wesen zum Denken bedient, sondern im strengsten Wortsinn das Werkzeug des Denkens, die Gedankenthätigkeit eine Kraftäußerung, welche unzertrennlich an einen stofflichen Träger gebunden ist.

Das mag genügen, um hier von vornherein das Vorurtheil zu zerstören, als wenn es gleichgültig wäre, aus welchem Stoff das Werkzeug des Denkens besteht, um die Verrichtungen des Hirns zu erforschen.

Ich habe im vorigen Brief ganz allgemein den Beweis geführt, daß Mischung, Form und Kraft eines Körpers sich immer gleichzeitig verändern. Die Wichtigkeit des Gegenstandes mag es rechtfertigen, wenn ich diesen Satz im einzelnen Fall für das Gehirn einer besonderen Prüfung unterwerfe.

Wenn der Satz, daß Mischung, Form und Kraft einander mit Nothwendigkeit bedingen, daß ihre Veränderungen allezeit Hand in Hand mit einander gehen, daß eine Veränderung des einen Glieds jedesmal die ganz gleichzeitige Veränderung der beiden anderen unmittelbar voraussetzt, auch für das Hirn seine Richtigkeit hat, dann müssen anerkannte stoffliche Veränderungen des Hirns einen Einfluß auf das Denken üben. Und umgekehrt, das Denken muß sich abspiegeln in den stofflichen Zuständen des Körpers.

Stoffliche Veränderungen des Hirns üben einen Einfluß auf das Denken.

Der vorderste und größte Abschnitt des Gehirns besteht aus zwei, durch eine tiefe Spalte von einander getrennten Hälften, die beide vereinigt ungefähr die Gestalt einer Halbkugel haben, während jede einzeln eigentlich die Form des Viertels einer Kugel besitzt. Sie heißen trotzdem große Halbkugeln des Hirns.

Wenn in beiden diesen Halbkugeln eine Entartung stattfindet, dann braucht dieselbe häufig nur einen beschränkteren Raum einzunehmen, um Schlafsucht, Geistesschwäche oder vollständigen Blödsinn zu erzeugen.

Das Hirn ist von einer weichen Haut überzogen, welche einen großen Reichthum an Blutgefäßen besitzt. Auf diese weiche Haut folgt nach außen eine sehr zarte Spinnwebenhaut, welche aus zwei Blättern besteht. Endlich ist die Spinnwebenhaut nach außen von einer dritten faserigen Hülle umgeben, die unter dem Namen der harten Hirnhaut bekannt ist.

Zwischen den beiden Blättern der Spinnwebenhaut, die ebenso am Rückenmark vorhanden sind, zu welchem das Gehirn die unmittelbare Fortsetzung bildet, ist ein Saft vorhanden, den man Hirnrückenmarksflüssigkeit nennt. Diese Flüssigkeit kann sich in Krankheiten übermäßig vermehren. Folgen des unregelmäßigen Zustandes sind Verstandesschwäche, Betäubung.

Oft zerreißen im Hirn Blutgefäße, so daß eine beträchtliche Menge Blut in die Hirnmasse austritt. Das ist der häufigste Fall beim sogenannten Schlagfluß. Verlust des Bewußtseins ist eine sehr bekannte Folge dieser krankhaften Veränderung.

Hirnentzündung besteht in einer Ueberfüllung der Blutgefäße des Hirns, der ein unregelmäßig vermehrtes Ausschwitzen der Blutflüssigkeit nachfolgt. Der Irrwahn, der sich in wilden Reden austobt, ist der Ausdruck der Hirnkrankheit. Das Irrsein in Nervenfiebern und anderen Leiden dieser Art geht aus ähnlichen Ursachen hervor.

Wenn der Herzschlag so weit geschwächt wird, daß eine Ohnmacht entsteht, dann wird dem Hirn zu wenig Blut zugeführt. Darum begleitet Bewußtlosigkeit eine vollkommene Ohnmacht. Das Hirn Enthaupteter stirbt in Folge des Blutverlustes in kurzer Zeit ab.

Sauerstoff, den wir beim Athmen aufnehmen, ist zur richtigen Mischung aller Werkzeuge des Körpers erforderlich. Kein Theil aber verspürt den Mangel an Sauerstoff im Blut so rasch wie das Gehirn. Wenn das Hirn nur aderliches Blut enthält, wenn ihm nicht die nöthige Menge schlagaderlichen Blutes zugeführt wird, stellen sich Sinnestäuschungen ein. Kopfschmerz, Schwindel, Bewußtlosigkeit sind gewöhnliche Folgen.

Thee stimmt das Urtheil, Kaffee nährt die gestaltende Kraft des Hirns. Wir kennen in diesem Fall die

stoffliche Veränderung nicht, welche das Hirn erleidet. Wir wissen aber, daß der Hunger, der auf nichts Anderes gegründet ist, als auf einen mangelhaften Ersatz der verlorenen Blutbestandtheile, unlustig zur Arbeit, reizbar, aufrührerisch, wahnsinnig macht.

Beim Genuß von Wein und geistigen Getränken geht der Weingeist über in's Blut und in das Hirn [268]). Zugleich sind die Gefäße des Hirns, des Rückenmarks, der Nerven an den Stellen, an welchen sie aus dem Hirn entspringen, die Gefäße der Hirnhäute mit Blut überfüllt. Die Anwesenheit des Weingeistes, der sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Aldehyd verwandelt, und diese Anhäufung des Bluts im Hirn sind die Ursachen des Rausches.

Aber ebenso wie offenbare stoffliche Veränderungen des Hirnes Thätigkeit beherrschen, so greift auch die Verrichtung des Hirns durch die stofflichen Zustände des Körpers hindurch.

Das Hirn und Rückenmark sind im Grunde genommen nichts Anderes, als mächtige Ansammlungen von Nervenfasern, welche an verschiedenen Stellen, zu Bündeln und Strängen vereinigt, von Hirn und Rückenmark gegen die Oberfläche des Körpers und in die einzelnen Werkzeuge desselben ausstrahlen.

Zu den größten Entdeckungen, die auf dem Gebiet der Physiologie in diesem Jahrhundert gemacht wurden,

gehört unstreitig die Thatsache, daß in allen Nerven ein elektrischer Strom vorhanden ist. Diese Entdeckung haben wir Du Bois-Reymond zu verdanken.

An den Nerven haften die Vorgänge, welche eine Verkürzung der Muskelfasern und dadurch Bewegung veranlassen. Die Nerven sind ferner die Träger der Empfindung im thierischen Körper. Eindrücke, welche die Außenwelt auf unsre Sinne macht, werden als Empfindungen im weitesten Sinne des Worts durch die Nerven zum Rückenmark und zum Gehirn geleitet. In dem Gehirn kommen diese Eindrücke zum Bewußtsein. Reize, die den Nerven am Umkreis des Körpers treffen, werden erst wahrgenommen, wenn sie der Nerv bis zum Gehirn fortgeleitet hat.

Du Bois-Reymond hat seine berühmte Entdeckung dahin erweitert, daß jeder Vorgang in den Nerven, der sich in den Muskeln als Bewegung, in dem Hirn als Empfindung kundgiebt, von einer Veränderung im elektrischen Strom des Nerven begleitet ist. Im Augenblick der Bewegung oder der Empfindung erleidet der Strom nach Du Bois-Reymond's ebenso scharfsinnig ausgedachten, als gründlich und erfolgreich ausgeführten Untersuchungen eine Abnahme.

Nun aber bewirkt der elektrische Strom überall eine chemische Umwandlung der feuchten Leiter, die er durchsetzt. Der elektrische Strom ist sogar im Stande, Wasser

zu zersetzen, also diejenige Verbindung, in welcher die Grundstoffe, der Wasserstoff und Sauerstoff, die schroffsten Gegensätze, auf's Innigste mit einander verbunden sind. Folglich muß auch in den Nerven mit dem electrischen Strom eine chemische Umwandlung Hand in Hand gehen. Und jeder Veränderung im electrischen Strom muß eine stoffliche Veränderung im Nerven entsprechen.

Das Hirn ist eine Ansammlung bewegender und empfindender Fasern. Alle Vorgänge der Empfindung und Bewegung sind von einer Abnahme des Nervenstroms und demnach auch von einer chemischen Umsetzung des Stoffs begleitet.

Mit Einem Worte: Die Nerven pflanzen stoffliche Veränderungen als Empfindungen zum Gehirne fort.

Verschiedene Formen der Hirnthätigkeit ertheilen den verschiedensten stofflichen Bewegungsvorgängen des Körpers ihr Gepräge.

Gemüthsbewegungen beherrschen den Durchmesser der feinsten Blutgefäße, der Haargefäße des Antlitzes. Wir erblassen vor Schreck, weil die Haargefäße der Wangenhaut eine Verengerung erleiden, in deren Folge sie weniger rothes Blut führen. Umgekehrt erweitern sich die Haargefäße des Gesichts, wenn wir glühen vor Zorn oder erröthen vor Scham.

Wenn das Auge glänzt vor Freude, so ist es praller mit Säften gefüllt. Von dem stärker gewölbten Aug-

apfel, von dem ein größerer Abschnitt aus der Augenhöhle hervorragt, wird mehr Licht zurückgeworfen; der Augapfel glänzt aus demselben Grunde, der auch dem Kinderauge seinen lieblichen Glanz verleiht.

In einer freudigen Erregung wird die Zahl der Pulsschläge in der Minute vermehrt, während umgekehrt ein plötzlicher Schreck den Puls verzögern, ja sogar einen augenblicklichen Stillstand des Herzens, eine Ohnmacht erzeugen kann.

So verändern Gemüthsbewegungen die Milch der Mutter. Die Erinnerung an leckere Speisen bedingt vermehrte Speichelabsonderung. Schon die Alten wußten es, daß die Leber bei leidenschaftlichen Wallungen des Gemüths eine wichtige Rolle spielt. Aerger erzeugt Gallenergüsse oder Verstopfung der Gallengänge und in ihrer Folge Gelbsucht. Wehmuth, Schmerz, Freude, Mitleid vermehren die Absonderung der Thränen. Und es hat schwerlich Jemand seine Jungfernrede gehalten, ohne daß ihm ein vermehrter Drang zum Harnlassen und Blähungen die Aufregung seines Hirns als einen körperlichen Zustand fühlbar machten.

Wenn wir endlich in Folge angestrengter Gedankenarbeit hungrig werden und dabei, wie Davy und von Bärensprung berichten, die Eigenwärme eine Steigerung erleidet [289]), so kann das nur durch einen beschleunigten Stoffwechsel erklärt werden. Hunger ist ein sicheres Anzeichen einer Verarmung des Bluts und der

Gewebe, einer Veränderung in der stofflichen Mischung, die sich in den Nerven bis zum Gehirn als Empfindung fortpflanzt. Jene Verarmung erfolgt nur durch eine vermehrte Ausscheidung und namentlich durch eine Zunahme der ausgehauchten Kohlensäure. Somit muß die Verbrennung im Körper gesteigert sein. Und daß beim Denken auch die Wärme erhöht wird, das ist die Probe, welche die Richtigkeit unsrer Rechnung bestätigt, wenn wir die vermehrten Ausgaben des Körpers von der Hirnthätigkeit herleiten. Der Gedanke erweist sich als eine Bewegung des Stoffs.

Es ändert sich aber nicht bloß die Mischung des Hirns mit seiner Thätigkeit. Der Entwicklung des Denkens entspricht auch der Bau des Werkzeugs. Und es ist vollkommen richtig, wenn Liebig sagt: „Die Wirkungen des Gehirns müssen im Verhältniß stehen zu der Masse des Gehirns, die mechanischen Wirkungen zu der Masse der Muskelsubstanz.“ [287)]

Sömmerring, der berühmteste Zergliederer des menschlichen Körpers, den Deutschland hervorgebracht hat, derselbe, dessen Name beim Volk schon durch seine Freundschaft mit Georg Forster einen guten Klang hat, entdeckte das wichtige Gesetz, daß das Hirn des Menschen im Verhältniß zu der Masse der Kopfnerven größer ist, als das Hirn von irgend einem Thier. [290)]

An ihrer Oberfläche sind die Halbkugeln des großen

Gehirns in zahlreiche, mehr oder weniger wulstig hervorragende Halbinseln eingetheilt, welche durch Furchen von einander getrennt werden. Diese Halbinseln haben einen unregelmäßig gewundenen Verlauf und werden deshalb als Hirnwindungen bezeichnet.

Bei den Affen, auch selbst bei denen, welche dem Menschen durch die Ausbildung ihrer geistigen Fähigkeiten am nächsten stehen, sind die Hirnwindungen regelmäßiger gestaltet, die Halbinseln haben auf den beiden Halbkugeln des Hirns eine viel größere Aehnlichkeit der Umrisse, sie sind weniger zahlreich, als beim Menschen (Tiedemann).

Unter den Thieren sind diejenigen, welche im Naturzustand gesellig leben, wie die Robben, Elephanten, Pferde, Rennthiere, Ochsen, die Schaafe und Delphine, durch die große Anzahl und die Unregelmäßigkeit ihrer Hirnwindungen ausgezeichnet (Cuvier und Laurillard).

Jede Halbkugel des großen Gehirns läßt sich in fünf Lappen eintheilen. Ein mittlerer, in der Tiefe verborgener Lappen ist nämlich umgeben von einem vorderen, einem hinteren, einem oberen und einem unteren. Der vordere liegt in der Stirngegend, der hintere in der Gegend des Hinterkopfs, der obere entspricht dem Scheitel, der untere der Schläfe des Schädels. Die vier Lappen, welche den mittleren umgeben, besitzen, jeder einzeln, drei Hauptwindungen (Gratiolet). [291])

Der Mensch, der Orang-Outang und der Chimpanse besitzen auch Windungen auf dem mittleren Lappen. Bei allen übrigen Affen ist der mittlere Lappen durchaus glatt.

Gratiolet, dem wir diese Angabe verdanken, hat sich überhaupt in der neuesten Zeit auf's Eifrigste bemüht, genaue Unterschiede zwischen dem Hirn des Menschen und dem der höchst entwickelten Affen anzugeben. Er hebt es namentlich hervor, daß beim Menschen, wie beim Affen, außer den Hauptwindungen Uebergangswindungen vom Hinterhauptlappen gegen den Scheitellappen verlaufen. Beim Menschen sind zwei von diesen Windungen groß und oberflächlich. Sie füllen eine senkrechte Furche, die beim Affen den Hinterhauptlappen vom Scheitellappen trennt, vollständig aus. Durch diese Eigenthümlichkeit ist das Hirn des Menschen dem Hirn aller Affen entgegengesetzt. [292])

Vor dem Hirn der Affen ist das des Menschen ausgezeichnet durch die Größe seines Stirnlappens. Je höher die Affen stehen, desto mächtiger ist der Stirnlappen entwickelt. Seine Größe weicht zurück gegen die des Scheitellappens und des Hinterhauptlappens, wenn man sich in der Reihe der Affen nach abwärts bewegt (Gratiolet).

Das Rückenmark geht durch das verlängerte Mark in das Gehirn über. Zwischen dem Rückenmark und

dem großen Gehirn, über dem verlängerten Mark liegt das kleine Gehirn.

Beim Menschen ist das kleine Gehirn vollständig überdeckt von den Halbkugeln des großen Gehirns.

Je höher ein Thier in der Thierreihe steht, je mehr es sich durch seine Entwicklung dem Menschen nähert, desto vollständiger bedeckt das große Gehirn das kleine. Schon bei den Affen ragt nach hinten ein schmaler Rand des kleinen Gehirns unter den Halbkugeln des großen Hirns frei hervor. Selbst der Chimpanse und der Orang-Outang unterscheiden sich hierdurch in sehr bestimmter Weise vom Menschen [293]). Alle anderen Thiere, unsere Hauswiederkäuer, der Ochs, das Schaaf entfernen sich in dieser Hinsicht weiter vom Menschen. Die großen Halbkugeln besitzen jederseits eine Höhle, die sogenannte Seitenkammer, welche sich beim Menschen in ein hinteres, blind endigendes Horn, die sogenannte fingerförmige Grube fortsetzt. Diese fingerförmige Grube fehlt zugleich mit den Hinterlappen allen Thieren mit Ausnahme der Affen. Das Hirn des Ochsen ist von dem des Menschen in seinem Bau sehr wesentlich verschieden.

Das Gesetz, nach welchem das Hirn um so höher entwickelt ist, je weiter die Halbkugeln des großen Hirns, das kleine bedeckend, nach hinten ragen, hat Tiedemann vor mehr als fünfunddreißig Jahren auch aus der Bildungsgeschichte des Hirns des Menschen erwiesen.

Bei der Frucht im Mutterleibe ist das kleine Gehirn erst im siebenten Monat vom großen überwölbt.[294])

Schon Leuret hat darauf aufmerksam gemacht, daß die Entwicklung der Halbkugeln des großen Gehirns im Verhältniß zum kleinen wichtiger ist als die der Windungen. Und ebenso ertheilt Gratiolet nach seinen neuesten Untersuchungen der Größe des Stirnlappens den Vorrang vor der Zahl und der Unregelmäßigkeit der Windungen. Erst wenn bei zwei Thieren die Halbkugeln des großen Hirns das kleine gleich weit nach hinten überragen, wenn die Stirnlappen in beiden gleich entwickelt sind, werden die zahlreichen und unregelmäßigen Windungen entscheidend für eine höhere Entwicklungsstufe.

Die Affen, und namentlich die Halbaffen, besitzen nicht so wellenförmige Windungen wie der Elephant und der Wallfisch. Aber die allgemeine Form des großen Hirns, das bei den Affen das kleine Gehirn nach hinten viel weiter überdeckt, und die Größe des Stirnlappens stellen das Hirn des Affen dem des Menschen viel näher (Leuret).[295])

Hieraus erklärt es sich auf ganz natürliche Weise, daß man die Entwicklung des Hirns von Menschen nicht lediglich nach dem Reichthum und der Unregelmäßigkeit der Windungen beurtheilen kann. Nur wenn die ganze Gestalt des Hirns, wenn die Entwicklung der Vorder-

lappen in zwei gegebenen Fällen durchaus gleich ist, wird man die Windungen zum Maaßstab erheben dürfen. Es begründet also durchaus keinen Einwurf gegen das stetige Verhältniß zwischen Bau und Denkkraft, daß bei Cretinen Gehirne vorkommen, die eine auffallende Anzahl von Windungen zeigen. Dazu kommt noch, daß innere Entartungen die Vorzüge der Windungen vollständig aufheben können.

Ein sehr kleines Gehirn ist häufig mit Geistesschwäche oder mit Blödsinn verbunden. Und wer die Bilder kennt von Vesal, von Shakespeare, von Hegel und Göthe, der hat es sich wohl schon längst als Ueberzeugung festgesetzt, daß eine hohe, freie Stirn, die einer mächtigen Entwicklung der Stirnlappen entspricht, den großen Denker verräth. Auch dieses Gesetz wird nicht dadurch umgestoßen, daß ein Hirn mit großen Stirnlappen in seinen übrigen Theilen mangelhaft entwickelt, arm an Windungen, regelmäßig in der Furchung beider Halbkugeln sein kann. Dann wird die Ueberlegenheit der Stirnlappen durch andere Nachtheile verdeckt, und es ist deshalb durchaus nicht unmöglich, daß hinter einer großen Stirn ein schwaches Werkzeug der Gedanken wohnt. Man kann nicht oft genug an die wegen ihrer Einfachheit so häufig übersehene Wahrheit erinnern, daß zwischen der Entwicklung eines jeden einzelnen Merkmals im Hirnbau und der Vorzüglichkeit des ganzen Werk-

zeugs nur dann ein einfaches gerades Verhältniß besteht, wenn die sämmtlichen übrigen Merkmale auf durchaus gleicher Stufe der Ausbildung stehen.

Nunmehr kann es nicht räthselhaft sein, daß bei Thieren die geistige Thätigkeit um so tiefer sinkt, je weiter man mit dem Messer die Halbkugeln des großen Hirns von oben nach unten abträgt. Man hat enthirnte Vögel durch künstliche Fütterung länger als ein Jahr am Leben erhalten. Die Bildung des Bluts und der Gewebe bleibt möglich. Aber die Thiere verhalten sich ganz stumpf gegen die Eindrücke der Außenwelt. Das Bewußtsein ist spurlos verschwunden.

Ebenso wie wir mit Einem Auge sehen, mit Einem Ohre hören können, so können wir auch mit Einer Halbkugel denken. Man hat bei Menschen in Einer Halbkugel des großen Gehirns Entartungen gefunden, ohne daß die Gedankenthätigkeit hierdurch merklich gestört gewesen war. Man beobachtet das Gleiche an Thieren, denen man eine der beiden Halbkugeln weggeschnitten hat. Aber trotzdem leidet das Bewußtsein. Die Thiere schrecken leichter auf.

Für Liebig's Satz, daß „die Wirkungen des Ge„hirns im Verhältniß stehen zu der Masse des Gehirns", verdient es alle Beachtung, daß nach Peacock's Wägungen das Hirn des Menschen bis in das fünfundzwanzigste Jahr im Gewicht zunimmt, daß es sich bis

etwa zum fünfzigsten Jahr auf gleicher Höhe erhält, um dann im hohen Alter wieder bedeutend abzunehmen [143]). Nur ausnahmsweise behält das Hirn bei Greisen die Kraft des Mannesalters, ganz ungebrochen schwerlich jemals. Von Newton, der fünfundachtzig Jahr alt geworden ist, wissen wir, daß er in seinem hohen Alter eine unglückselige Beschäftigung mit dem Propheten Daniel und der Offenbarung des Johannes trieb. Die Offenbarung des Johannes als Spielzeug in der Hand des Erforschers der Gesetze der Schwere! Die Kraft ist so unsterblich wie der Stoff.

Es hat nicht die mindeste Beweiskraft, daß man nicht immer bei Geisteskranken eine stoffliche Entartung des Gehirns nachweisen kann. Das spricht so wenig gegen das unauflösliche Band zwischen Hirn und Gedankenthätigkeit, wie es gegen die Gesetze der Schwere spricht, daß Hunderte von Naturforschern nie den Lauf der Sterne beobachtet haben. Einer chemischen Untersuchung hat man das Gehirn von Irren so gut wie niemals unterworfen. Und man muß wissen, wie zusammengesetzt und verwickelt der Bau des Gehirns ist, man muß wissen, daß wir kaum über eine geographische Eintheilung des Hirns in benannte Bezirke hinausgekommen sind, um einzusehen, daß entweder mehr Kenntnisse, oder mehr Zeit und Mühe dazu gehören, als gewöhnlich auf eine Leichenöffnung verwandt werden,

um in irgend einem Fall behaupten zu dürfen, das Gehirn eines Geisteskranken sei in seinem Bau und seiner Mischung unversehrt gewesen. Die neuesten Untersuchungen von Bibra's haben gezeigt, daß es nicht genügt, die Menge des Fetts, des Wassers und der festen Theile des Gehirns und einzelner Hirntheile zu wägen, um die Eigenthümlichkeit der Mischung in dem Gehirn von Geisteskranken zu erkennen[295 a]). Dazu ist eine mehr in's Einzelne gehende Forschung erforderlich, welche das Hirn in seine besonderen Theile zerlegt und in diesen Theilen die sämmtlichen Bestandtheile berücksichtigt.

Und dennoch liest man bei Liebig: „Das seltsamste „ist....., daß Viele die Eigenthümlichkeiten des un„körperlichen, selbstbewußten, denkenden und empfinden„den Wesens, in diesem Gehäuse, als eine einfache „Folge von dessen innerem Bau und der Anordnung „seiner kleinsten Theilchen ansehen, während die Chemie „den unzweifelhaften Beweis liefert, daß, was diese „allerletzte, feinste, nicht mehr von den Sinnen „wahrnehmbare (!) Zusammensetzung betrifft, der „Mensch identisch mit dem Ochs oder mit dem niedrigsten „Thiere der Schöpfung sein sollte"[296]). Wenn Liebig nicht weiß, daß das Ochsenhirn in seinem Bau von dem des Menschen wesentlich abweicht, so ist das dem Chemiker nicht übel zu nehmen. (Vgl. oben S. 395.) Wenn

aber der Chemiker aussagt, daß die Anordnung der kleinsten Theilchen im Hirn des Ochsen und im Hirn des Menschen die gleiche sei, so behauptet er etwas mit der Feder, was nur durch die Wage zu ermitteln ist. Niemand hat es aber bisher versucht, zu bestimmen, nach welchen Zahlenverhältnissen das Eiweiß, Oelstoff, Perlmutterfett, Gallenfett, das phosphorhaltige Fett und die einzelnen Salze im Hirn des Ochsen und des Menschen vertreten sind. Wenn man aber hiernach durch Wägung forscht, dann wird man einen Unterschied in der Zusammensetzung auffinden, gerade weil der Bau des Ochsenhirns mit dem des menschlichen Gehirns auf keine Weise völlig übereinstimmt. — Diese Worte wurden im Jahre 1852 geschrieben. Seitdem hat von Bibra eine lehrreiche Reihe der fleißigsten Untersuchungen über die Mischung des Gehirns angestellt. Eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Arbeit besteht darin, daß der Fettgehalt in hundert Gewichtstheilen Hirn um so kleiner wird, je tiefer man in der Thierreihe niedersteigt. Der Mensch führt in seinem Gehirn mehr Fett als die Säugethiere, die Säugethiere mehr als die Vögel. Zwar der Ochs ist durch einen verhältnißmäßig großen Fettgehalt im Gehirn ausgezeichnet; dafür aber beträgt die Hirnmasse des Ochsen im Verhältniß zum Körpergewicht noch nicht den sechsten Theil von der des Menschen.[297])

Verschiedene Stoffe sind nicht erforderlich, um in

zwei Werkzeugen des Körpers eine verschiedene Mischung zu bewirken; es reicht hin, daß dieselben Stoffe in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden sind. So gut die schweflichte Säure ein anderer Körper ist als die Schwefelsäure, weil diese auf die gleiche Menge Schwefel ein Mischungsgewicht Sauerstoff mehr enthält als jene, so gut eine Tasse Kaffee verschieden schmeckt, je nachdem sie zwei gleich schwere Zuckerstücke oder nur eines derselben in Auflösung enthält, so gut sind auch zwei Gehirne verschieden, wenn sie Eiweiß, phosphorhaltiges Fett oder irgend einen anderen Bestandtheil in verschiedener Menge enthalten. Und daß solche Unterschiede vorkommen, das hat die Wissenschaft vorläufig bereits ermittelt. Gleichwie das Hirn der höher entwickelten Thiere durch einen größern Fettgehalt sich auszeichnet und des Menschen Hirn in dieser Beziehung das der Säugethiere übertrifft, so ist ein sehr geringer Fettgehalt ein eigenthümliches Merkmal für das Hirn der Frucht im Mutterleibe. Bei neugeborenen Kindern und Thieren hat das Fett bereits bedeutend zugenommen und es vermehrt sich ziemlich rasch mit fortschreitendem Alter (Schloßberger, v. Bibra)[297 a]. Lassaigne fand weniger phosphorhaltiges Fett in dem Hirn der Katze und der Ziege, als in dem Hirn eines Pferdes. Nach Herrmann Nasse ist das Gehirn der Frösche vor dem von anderen Thieren ausgezeichnet durch seinen

Reichthum an Eiweiß und Salzen [298]). Von Bibra's Arbeit hat diese Angaben durch ausführliche Belege bestätigt. [298 a])

Daher ist es kein Wunder, wenn Liebig im Widerspruch mit sich selber schreibt: „Gewiß ist es, daß „drei Menschen, von denen der eine sich mit Ochsenfleisch „und Brod, der andere mit Brod und Käse oder Stock„fisch, der dritte mit Kartoffeln sich gesättigt haben, „eine ihnen entgegenstehende Schwierigkeit unter ganz „verschiedenem Gesichtspunkte betrachten; je nach ge„wissen, den verschiedenen Nahrungsmitteln eigenthüm„lichen Bestandtheilen ist ihre Wirkung auf Gehirn und „Nervensystem verschieden" [299]). Und an einer anderen Stelle heißt es ebenso richtig, daß die Nahrung dem Instinktgesetz und der Natur entgegen nicht geändert werden kann, „ohne die Gesundheit, die körperlichen und „geistigen Thätigkeiten des Menschen zu gefährden." [300])

Natürlich! Die Mischung verhält sich zu Form und Kraft, wie die nothwendige und Alles bedingende Grundlage der Erscheinungen. Aber darin liegt das eigenthümliche Verhältniß dieses Satzes zu einer großen Anzahl unsrer Zeitgenossen, daß ihnen entweder die Klarheit fehlt oder der Muth, die letzten Folgerungen desselben ohne Scheu und ohne Rücksicht anzuerkennen. Wie viele lustige Gesellen haben schon begeistert in den biblischen Ausruf eingestimmt: Der Wein erfreut des Menschen

Herz. Und wie oft hört man es von Frauen, von Künstlern, von Gelehrten, daß ihr Geist morgens erst wach und frisch zum Schaffen ist, wenn sie ihren Kaffee genossen haben. Aber der lustige Gesell, die Frau, der Künstler und namentlich der Gelehrte erschrecken in der Regel, so wie man jene Erscheinung in einen allgemeinen Satz einkleidet, ja, sie möchten gern der Macht ihrer eigenen Beobachtung ausweichen, wenn sie ahnen, daß sie selbst das Hülfsmittel liefern müssen, um den Geist als Eigenschaft des Stoffes zu erweisen. Der Beobachtung kann man jedoch nicht entfliehen. Die Thatsache herrscht.

Sinnliche Eindrücke bedingen die Stimmungszustände des Gehirns. Ich habe es in meinem zweiten Brief entwickelt, daß wir außer den Verhältnissen der Körperwelt zu unseren Sinnen nichts aufzufassen vermögen. Alle Erkenntniß ist sinnlich.

Angeborene Anschauungen giebt es nicht. Die Einheit der Auffassung des Dinges *für uns* und des Dinges *an sich* ist nicht darin begründet, daß das Wesen der Dinge und die Gesetze, nach welchen es sich entfaltet, in einem vom Stoff unabhängigen Geiste vorgebildet sind. Jene Einheit besteht vielmehr dadurch, daß es überhaupt nur Eine Auffassung giebt, nämlich die Auffassung des Dinges, wie es für uns ist.

Wir fassen nichts auf als Eindrücke der Körper auf

unsere Sinne. An sich bestehen die Dinge nur durch ihre Eigenschaften. Ihre Eigenschaften sind aber Verhältnisse zu unseren Sinnen. Und diese Verhältnisse sind wesentliche Merkmale.

Man erinnere sich doch der größten, der wichtigsten Entdeckungen aller Zeiten, auf dem Gebiet der Wissenschaft, der Kunst, des Gewerbes. Immer war es eine sinnliche Beobachtung, die zu allem den Anstoß gab. Es fällt ein in Holz geschnitzter Buchstabe in den Sand, und die Buchdruckerkunst ist erfunden. Galiläi sah in dem Dom zu Pisa eine Lampe schwingen und folgte der Erscheinung so beharrlich, daß sie ihm die Pendelgesetze offenbarte. Newton liegt behaglich sinnend in seinem Garten, ein Apfel fällt vom Baum: die Entdeckung des Gesetzes der Schwere ist gesichert. Und dieser Fall wiederholt sich überall, wo mit der Entdeckung ein neuer Begriff und nicht bloß die Anwendung bekannter Gedanken gegeben ist.

Biot hat neulich geschrieben: „Die Mathematiker haben eine vollkommene Kenntniß des Kreises, obgleich ihnen weder die Natur, noch die Kunst jemals eine vollkommene Kreislinie gezeigt haben“ [301]). Die Behauptung ist durchaus richtig. Aber ebenso gewiß steht es fest, daß der Mensch die Eigenschaften des Kreises nur durch eine Kreislinie im Sande, nur durch ein sinnliches Wahrzeichen entdecken konnte.

Sagt man nun, daß die Sinne niemals das Wesen der Dinge erfassen können, so liegt das nur an der unklaren Vorstellung vom Wesen der Dinge, in der sich selbst einzelne Physiker gefallen. Die Idealisten mögen sich damit beschäftigen, das Wesen der Dinge mit einer hochtönenden Phrase zu verdunkeln. Dem Naturforscher sollte es klar sein, daß das Wesen eines Dinges nichts Anderes vorstellt, als die Summe seiner Eigenschaften.

Jede Eigenschaft ist ein Verhältniß zu den Sinnen. Aber jeder sinnliche Eindruck ist eine Bewegungserscheinung, die sich dem Stoff unserer Sinnesnerven mittheilt.

Der Aether und die festen Theilchen eines Körpers schwingen, und es entsteht ein Lichtbild im Auge. Schwingungen einer Luftsäule, einer Saite, eines gespannten Felles erzeugen den Schall. Wir riechen nur diejenigen Stoffe, welche in flüchtigem Zustande den feinsten Ausbreitungen des Geruchsnerven entlang bewegt werden. Die Bewegung gelöster Stoffe wirkt auf den Geschmacksnerven. Druck, Rauhigkeit, Härte, Wärme, Kälte sind ebenso viele Zustände des Stoffs, die den Tastnerven nur vermittelst der Bewegung zur Wahrnehmung kommen.

Mit dieser Erinnerung ist einer der verbreitetsten Irrthümer widerlegt, als wenn die Einwirkung auf die höheren Sinne, auf Ohr und Auge, eine unstoffliche wäre.

Wir sehen ein farbiges Bild. Die Nervenhaut des Auges erzittert unter dem Eindruck der Lichtwellen. Daraus erwachsen in uns gewisse Vorstellungen. Wir üben uns im Schauen von Kunstwerken und wir gelangen zum Ideal des Schönen. Das Schöne ist kein fester und fertiger Begriff, den das Hirn des Menschen mit auf die Welt bringt. Das Schöne läßt sich nicht erdenken, es läßt sich nur finden. Und gefunden wird es eben nur von den Kunstrichtern, die nach Winkelmann's Beispiel das Kunstwerk hegen mit den Sinnen, wie der Naturforscher die Pflanze oder das Thier, dessen Wesen er ergründen, dessen Eigenschaften er umfassen möchte.

Das Wort berührt uns sinnlich. Wenn das Ohr geöffnet ist, so sind wir unter der Macht des Wortes, gleichviel ob es uns überredet oder zum Widerspruch reizt. Das Wort wird allmächtig, wenn die Rede klar gegliedert an unsern Bildungsstandpunkt anknüpft, so daß es nicht an der Uebung fehlt, um den Zusammenhang der Worte aufzufassen. Uebung aber ist dazu ebenso unerläßlich, wie zur Unterscheidung der Töne, zum Festhalten einer Gesangsweise, zum Belauschen der Rolle Einer Stimme oder Eines Instruments in einem Chor, in einer Symphonie.

Unsere Stimmung wird vom Tonkünstler durch richtig gewählte Gegensätze beherrscht. Ist die Empfänglichkeit schon vorher erhöht, so kann uns die Gewalt einer Ton-

schöpfung bis zu Thränen hinreißen. Die Stimmung des Hirns, die durch das Erzittern der Hörnerven erzeugt wurde, spiegelt sich wieder in anderen stofflichen Zuständen des Körpers. „Die große Entdeckung", sagt Liebig, „daß die musikalische Harmonie, ein jeder Ton, „der das Herz rührt, zur Freude stimmt, für Tapfer„keit begeistert, das Merkzeichen einer bestimmten und „bestimmbaren Anzahl von Schwingungen der Theile des „fortpflanzenden Mediums ist und damit ein Zeichen von „Allem, was nach den Gesetzen der Wellenlehre erschließ„bar ist aus dieser Bewegung, hat die Akustik *) zu dem „Range erhoben, den sie gegenwärtig einnimmt." [302])

Wer wüßte es nicht, daß Gerüche Erinnerungen erwecken? Die Tafelfreuden bezeichnen ganz mit Recht den Antheil, den man auch dem Geschmackssinn an unserer Stimmung zuschreiben muß und der bisweilen eine, freilich dürftige, Entschädigung bietet für die Langeweile, die ein großes Gastmahl je nach der Gesellschaft mit sich führen kann. Wenn Ohr und Auge darben müssen, wird die Zunge um so thätiger und folglich um so größer der Einfluß, den sie auf unser Wohlbehagen ausübt. Tasteindrücke erwecken Wollust und Begierden.

Ohne Ausnahme beruhen die sinnlichen Eindrücke und die von denselben abhängigen Zustände des Gehirns auf

---

*) Die Lehre vom Schall.

Bewegungserscheinungen des Stoffs, die sich auf die Sinnesnerven übertragen.

Unser Urtheil ist ein sinnliches. Es ist auf sinnliche Beobachtung gestützt. Weil alle Dinge überhaupt nur sind durch ihre Verhältnisse zu einander, so ist auch der Eindruck, den ein Gegenstand auf unsre Sinneswerkzeuge macht, ein wesentliches Merkmal des Gegenstandes.

Dadurch ist die Möglichkeit der Sinnestäuschungen nicht ausgeschlossen. Das Wesentliche liegt nur darin, daß es nicht der Verstand ist, sondern wiederum ein Sinneswerkzeug, eine andere sinnliche Beobachtung, welche die Sinnestäuschung berichtigt.

Ich sehe die Luft nicht, ich sehe nicht ihren Sauerstoff, ihren Wasserdampf, ihre Kohlensäure. Der Laie kann hiernach zweifeln an der Körperlichkeit der Luft, an dem leibhaftigen Bestehen von Sauerstoff, Wasser und Kohlensäure in derselben. Aber das Eisen rostet, wenn es feuchter Luft ausgesetzt wird. Es verbindet sich mit Sauerstoff und Wasser, es wird dabei um ebenso-viel schwerer, als das Gewicht des aufgenommenen Sauerstoffs und des Wassers beträgt. Der Eisenrost beweist dem Auge das Vorhandensein von Sauerstoff und Wasser in der Luft. Jedermann weiß, daß Kochsalz an der Luft feucht wird. Und ein sehr einfacher chemischer Versuch zeigt, daß die Luft durch ihre Kohlensäure Kalkwasser trübt. Das Kalkwasser nimmt um das Ge-

wicht der Kohlensäure an Schwere zu. Kohlensaurer Kalk fällt zu Boden.

Wasser bricht die Lichtstrahlen anders als Luft. Wenn ich in eine Tasse einen Kreuzer lege und mich von der Tasse so weit entferne, daß ich eben aufhöre, den Kreuzer zu sehen, weil ihn die hohe Wand der Tasse verdeckt, dann wird er mir auf der Stelle wieder sichtbar, wenn ich die Tasse mit Wasser fülle, weil das Wasser die Lichtstrahlen stärker bricht als die Luft. Hätte ich von Anfang an so weit gestanden, daß ich den Kreuzer in der Tasse nicht sehen konnte, so hätte nimmermehr eine angeborne Anschauung mich dazu geführt, die Anwesenheit des Kreuzers zu errathen. Auch die Brechung des Lichts hätte das Hirn nicht erdacht. Durch Wasser wird der Kreuzer sichtbar. Diese oder ähnliche Beobachtungen führten zu der Entdeckung der gebrochenen Lichtstrahlen.

Zwei Reihen von Bäumen, die überall gleich weit von einander gepflanzt sind, die Schienen einer Eisenbahn scheinen in großer Entfernung zusammenzulaufen. Wir beurtheilen die Größe eines Gegenstandes, in dem gegebenen Falle die Entfernung, nach der Größe des Winkels, den zwei Linien mit einander bilden, welche von den äußersten Grenzen des Leuchtkörpers nach einem bestimmten Punkt im Auge gezogen werden. Wenn der Körper, den wir sehen, gleich groß bleibt, dann wird natürlich dieser Winkel, den man Gesichtswinkel nennt,

um so kleiner, je ferner uns der Gegenstand entrückt ist. Darum scheint in einem langen Saal an dem unsrem Standpunkt entgegengesetzten Ende die Decke sich zu senken, der Fußboden sich zu heben. Ein Bergpfad, aus der Ferne betrachtet, macht einen steileren Eindruck. Hohe Thürme scheinen sich gegen den Beobachter, der an ihrem Fuß steht, zu neigen.

Daß aber die Bäume und die Schienen der Eisenbahn in weiter Ferne ebenso weit aus einander sind, wie in nächster Nähe, daß der Saal überall gleich hoch, der Bergpfad minder steil, der Thurm nicht schief geneigt ist, das sind alles Thatsachen, die wir nur durch Beobachtung erfahren konnten, wenn wir sie auch immerhin, nachdem die Beobachtung einmal gemacht und durch häufige Wiederholung verallgemeinert war, in neuen Fällen ohne Weiteres erschließen.

So lernt das Kind Entfernungen nur durch vieles Greifen und Tasten beurtheilen. Ebenso unsicher erkennt es anfangs die Richtung des Schalls. Und wie viel Uebung erheischt es später, wenn wir die feinere Unterscheidung von Tönen, von Farben und Maaßverhältnissen erlernen sollen.

Der eine Sinn ergänzt und berichtigt den anderen. Wenn wir schon einige Gläser Wein geleert haben, sind wir mit verbundenen Augen nicht mehr im Stande, rothen und weißen Wein mit Sicherheit zu unterscheiden.

Mit sehenden Augen nimmt die Zunge den Unterschied deutlich wahr.

Aus der Verbindung der sinnlichen Wahrnehmungen, aus der gegenseitigen Ergänzung der Sinne, aus Beobachtungen, die unter verschiedenen Verhältnissen, mit mannigfaltigen Hülfsmitteln angestellt werden, und vor Allem aus der Uebung der Sinne geht das richtige Urtheil hervor. Eine vollkommene sinnliche Wahrnehmung ist ein Erfassen der Summe aller Eigenschaften mit vollkommen geübten, entwickelten Sinnen. Die Summe aller Eigenschaften ist das Wesen des Dings.

Die einzelnen Eigenschaften eines Körpers sind jedoch nicht unabhängig von einander. Jede einzelne Eigenschaft ist vielmehr durch alle anderen mit Nothwendigkeit bedingt. Wir haben dies bereits für das gegenseitige Verhältniß von Mischung, Form und Kraft gesehen.

Wegen dieser nothwendigen Verbindung der Eigenschaften, deren Summe den einzelnen Körper bezeichnet, gelingt es uns, für die Dinge der Außenwelt einen allgemeinen Ausdruck von bestimmtem Inhalt zu finden.

So giebt es einen Körper, der in Wasser löslich ist, sich mit Säuren zu Salzen verbindet, die vom Wasser aufgelöst werden, mit Platinchlorid einen gelben, mit Weinsäure einen weißen krystallinischen Niederschlag hervorbringt, der Flamme des Alkohols eine violette Farbe ertheilt. Die Summe aller dieser Eigenschaften nennt der Che-

miker Kali. Er erhebt sich durch diese Bezeichnung zu einem allgemeinen Begriff, der ihn ohne Weiteres an eine ganze Reihe von einzelnen Beobachtungen erinnert.

Hierher gehört die ganze Thätigkeit des beschreibenden Naturforschers. Wir begegnen zum Beispiel zwei Thieren, die in allen Merkmalen mit einander übereinstimmen, aber durch Eine minder augenfällige Eigenschaft von einander abweichen. Daraus macht man zwei Arten. Man kennt ein indisches und ein javanisches Nashorn, beide dadurch ausgezeichnet, daß sie nur ein Horn haben auf der Haut, welche den Nasenknochen bedeckt. Aber das indische Nashorn hat eine glatte Haut, während die der javanischen Art mit kurzen Höckern bedeckt ist. Wegen jener Uebereinstimmung in den übrigen Eigenschaften vereinigt man beide Arten in Eine Gattung. Der Gattungsbegriff ist in diesem Falle die Summe einer gewissen Anzahl von Beobachtungen, die, von der Haut absehend, auf die Zehen, die Zähne, die Auswüchse an der Nase Rücksicht nehmen und in diesen Gebilden eine allgemeine Uebereinstimmung der Eigenschaften ergeben. Mit dem Tapir und dem Klippdachs hat das Nashorn unter Anderen sieben Backenzähne jederseits im Oberkiefer und Unterkiefer und das Fehlen der Gallenblase gemein. Tapir, Nashorn und Klippdachs werden hiernach zu einer Familie vereinigt. Nach einer ähnlichen Uebereinstimmung der Merkmale zwischen dieser und mehren andern Fa-

milien ist die Ordnung der Dickhäuter aufgestellt, zu welcher der Elephant, das Schwein, das Flußpferd gehören. Und indem alle Arten dieser Familie mit zahlreichen anderen die Eigenschaft theilen, daß sie lebendige Junge gebären, die aus den Zitzen der Mutter Milch als erste Nahrung saugen, erheben wir uns zu dem noch allgemeineren Begriff der Klasse der Säugethiere.

Der Begriff ist somit nichts Anderes, als eine Summe gemeinsamer Merkmale, deren Zahl die Weite oder die Grenzen des Begriffs bestimmt. Je weniger Merkmale den Begriff zusammensetzen, desto mehr einzelne Körper fallen in das Bereich desselben. Wenn die übereinstimmenden Eigenschaften, deren Summe den Begriff ausmacht, sehr zahlreich sind, dann wird der Begriff um so enger. So entstehen Begriffe höherer und niederer Ordnung.

Auf diesem Wege werden aber alle Begriffe gebildet, auch die allerabgezogensten. Wir nennen alles, was Bewegung des Stoffs hervorruft, Kraft. Die Bildung eines solchen Begriffs hat aber nur dann einen Werth, wenn der Begriff die wirkliche Welt der Erscheinungen deckt.

Oft muß man es hören, daß der abgezogene Begriff nur im Verstande gegeben sei, daß der Begriff als solcher nicht in die Erscheinung trete. Wer diesen Glauben theilt, der ist sich über die Bedeutung, über die

Entstehung des Begriffs ebenso wenig klar, wie jene Naturforscher, die über das Wesen der Dinge grübeln. Man braucht nur festzuhalten, daß der Begriff eine Summe von Merkmalen bezeichnet, die mehren Dingen gemeinsam sind, um sich ein für allemal vor hohlen Bespiegelungen zu sichern und den Begriff in jedem einzelnen Falle leibhaftig bethätigt zu sehen.

Ich gelange zum allgemeinen Begriff des Stoffs, wenn ich denselben von allen Eigenschaften entkleide, durch welche sich der eine Stoff vom anderen unterscheidet. Dann bleiben immer noch drei Eigenschaften übrig. Der Stoff ist schwer, der Stoff erfüllt den Raum und der Stoff ist der Bewegung fähig. Ohne diese Eigenschaften besteht der Stoff nicht. Aber alle Körper besitzen diese Merkmale. Ich darf daher nicht sagen, daß der Stoff, begrifflich genommen, nicht besteht; ich muß vielmehr sagen, er besteht überall.

Nachdem es uns gelungen ist, die Summe der Eigenschaften eines Dinges in ihrer nothwendigen Verbindung zu erkennen, sind wir auch im Stande, durch die Kenntniß einiger Eigenschaften die übrigen zu erschließen.

Begegnet der Chemiker einem Stoff, der mit Weinsäure einen weißen krystallinischen Niederschlag giebt, der in kurzen dicken Nadeln an der Wand des Proberöhrchens haftet, einem Stoff, der außerdem mit Platinchlorid einen gelben krystallinischen Niederschlag liefert,

dann weiß er, daß er Kali vor sich hat. Er weiß dann ohne Weiteres, daß ein Stoff vorliegt, der sich in Wasser löst, der zu den Säuren eine innige Verwandtschaft besitzt, der mit allen anorganischen Säuren in Wasser leicht lösliche Salze bildet, der der Alkoholflamme eine violette Farbe ertheilt. Kurz der Chemiker erkennt durch zwei oder drei Eigenschaften ein ganzes Dutzend und mehr andere Merkmale, die mit Nothwendigkeit an jene zwei oder drei geknüpft sind.

Auf diese Schlußfolgerung, welche die Kenntniß der nothwendigen Verbindung der einzelnen Eigenschaften, die Festigkeit des allgemeinen Begriffs voraussetzt, ist die ganze Lehre der chemischen Prüfungsmittel gegründet. Man nennt eine solche Probe charakteristisch, wenn das Merkmal, das sie zur Erscheinung bringt, hinreicht, um auf alle übrigen Eigenschaften einen Schluß zu erlauben. Wenn die Chemie nicht als Handwerk betrieben wird, dann setzt sie bei allen ihren Thätigkeiten eine der tiefsten und gewandtesten Anwendungen allgemeiner Begriffsbestimmungen voraus. Wie der Mathematik, so kann man auch der Chemie, wenn auch nach einer anderen Seite hin, nachrühmen, daß sie eine vortreffliche Schule des Denkens bildet, eine Schule, welche den einseitigen Idealismus überall zu Schanden macht.

Einzelne Knochen eines vorweltlichen Thiers, das nicht mehr zu den Bewohnern der Erde gehört, waren

für Cuvier hinreichend, um den ganzen Bau des Thiers zu erschließen. Cuvier lehrte den Knochen als den erfahrungsmäßigen Ausdruck kennen für ein Gesetz der Form, das zu den übrigen Körpertheilen den Schlüssel bietet.

Es ist aber falsch zu sagen, daß das Gesetz die Form baut, daß der Leib geschaffen würde von der Idee. Im Gegentheil, das Gesetz ist abgeleitet aus den erfahrungsgemäß beobachteten Formen.

Das Gesetz ist nur der kürzeste, der allgemeine Ausdruck für die Uebereinstimmung vieler tausend Erzählungen. Das Gesetz hat nur geschichtliche Gültigkeit. Es verdollmetscht die Erscheinung, es bannt den Wechsel der Erscheinungen in eine kurze Formel, bindet die Summen der Eigenschaften an ein Wort, aber es regiert sie nicht. Nie und nimmermehr ward das Gesetz vor der Erscheinung erdacht, es ward in der Erscheinung gefunden.

Je besser wir es verstehen, in der Körperwelt, in der Natur und in Kunstgebilden zu lesen, desto reicher sind unsere Gedanken. Denn der Gedanke ist der lebendige Ausdruck des Gesetzes. Wenn wir der Welt, welche von den Sinnen erschlossen ward, nachsinnen, dann zeugen wir die Idee. Fürwahr, der steht noch sehr im Anfang seines Denkens, der mit Liebig von der Idee glaubt, daß „Niemand weiß, von wo sie stammt“ 303). Nur

daraus, daß Liebig dies nicht weiß, läßt es sich erklären, daß Liebig das eine Mal spricht von „der „Hülfe des göttlichen Funkens von oben, welcher genährt „durch Religion und Gesittung die Grundlage aller „geistigen Vervollkommnung ist", um das andere Mal zu klagen, „daß in dem Instinkt eines Schaafs oder „Ochsen mehr Weisheit sich kund giebt, als in den An„ordnungen des Geschöpfes, welches seltsamer Weise „häufig genug sich als das Ebenbild des Inbegriffs aller „Güte und Vernunft betrachtet." 304)

Urtheile, Begriffe und Schlußfolgerungen füllen die ganze Summe unseres Denkens aus. Die Schlußfolgerung ergiebt sich aus dem Begriff, der Begriff aus dem Urtheil, das Urtheil aus der sinnlichen Beobachtung. Aber die sinnliche Beobachtung ist die Auffassung des Eindrucks einer stofflichen Bewegung auf unsere Nerven, der sich bis in das Gehirn fortpflanzt.

Der Gedanke ist eine Bewegung des Stoffs.

Sehr richtig hat Karl Vogt gesagt: „Ein jeder „Naturforscher wird wohl, denke ich, bei einigermaßen „folgerechtem Denken auf die Ansicht kommen, daß alle „jene Fähigkeiten, die wir unter dem Namen der Seelen„thätigkeiten begreifen, nur Functionen der Gehirnsub„stanz sind; oder, um mich einigermaßen grob hier aus„zudrücken, daß die Gedanken in demselben Verhältniß „etwa zu dem Gehirn stehen, wie die Galle zu der Leber

„oder der Urin zu den Nieren“ [305]. Der Vergleich ist unangreifbar, wenn man versteht, wohin Vogt den Vergleichungspunkt verlegt. Das Hirn ist zur Erzeugung der Gedanken ebenso unerläßlich, wie die Leber zur Bereitung der Galle und die Niere zur Abscheidung des Harns. Der Gedanke ist aber so wenig eine Flüssigkeit, wie die Wärme oder der Schall. Der Gedanke ist eine Bewegung, eine Umsetzung des Hirnstoffs, die Gedankenthätigkeit ist eine ebenso nothwendige, ebenso unzertrennliche Eigenschaft des Gehirns, wie in allen Fällen die Kraft dem Stoff als inneres, unveräußerliches Merkmal innewohnt. Es ist so unmöglich, daß ein unversehrtes Hirn nicht denkt, wie es unmöglich ist, daß der Gedanke einem anderen Stoff als dem Gehirn als seinem Träger angehöre.

Unser Denken, unsere Gemüthsbewegungen und unsere Leidenschaften werden durch sinnliche Eindrücke gezeugt und genährt. Als Ersatz der Todesstrafe ward einmal von einem Gelehrten Einzelhaft im Dunkeln mit wachsverstopften Ohren vorgeschlagen. Das wäre der Gipfel der Verfolgungssucht, den das Jahrhundert erstiegen. Einzelhaft, mit Absperrung der Sinne verbunden, ist der fluchwürdigste Geistesmord, den es giebt.

Neunzehnter Brief.

Der Wille.

Ob das Blatt einer Pflanze eirund oder rautenförmig, ganzrandig oder fiederspaltig ist, läßt Jedermann abhängen von Ursachen der Entwicklung, zu welchen sich die Gestalt des Blatts als eine nothwendige, von jeder Willkür unabhängige Folge verhält.

Wenn es eine Biene giebt, die ihre Eier mit Rosenblättern, eine andere Bienenart, welche dieselben mit Blättern des wilden Mohns bedeckt, während eine dritte sie mit Steinchen ummauert; wenn wir hören, daß beinahe jede Spinnenart ein anderes Gewebe spinnt, wenn der Lemming von Skandinavien seinen Vorrath in einem Bau aufspeichert, der nur aus Einer Kammer besteht, während der Hamster einen vielkammerigen Bau verfertigt, dann schreiben wir diese Wirkungen einem Instinktgesetze zu. Auch hier wird eine Folgerichtigkeit zwischen Ursache und Wirkung zugestanden, die seltsamer Weise schon oft dazu veranlaßt hat, dem Thier,

wenn auch nur augenblicklich, einen Vorzug vor dem Menschen einzuräumen, weil der Instinkt vor vielen Verirrungen schützt.

Der Mensch steht über dem Thiere, weil er das Instinktgesetz erkennt. „Die Bekanntschaft mit diesem „Gesetz", sagt Liebig, „erhebt den Menschen in Be„ziehung auf eine Hauptverrichtung, die er mit dem „Thier gemein hat, über die vernunftlosen Wesen und „gewährt ihm in der Regelung seiner leiblichen, seine „Bestehung und seine Fortdauer bedingenden Bedürf„nisse einen Schutz, den das Thier nicht bedarf, weil „in diesem die Vorschriften des Instinktgesetzes weder „durch Sinnenreiz, noch durch einen widerstrebenden, „verkehrten Willen beherrscht werden." [306])

Zugleich wird der widerstrebende, verkehrte Wille als höchste Gabe des Menschen gelobt und als die Eigenschaft bezeichnet, von welcher alle sittlichen Vorzüge und alles, was dem Menschen heilig ist, hergeleitet werden müssen.

Für die niederen Stufen des Willens giebt man dessenungeachtet zu, daß sie Menschen und Thieren gemein sind, und lange war die Eintheilung beliebt, nach welcher sich die Thiere von den Pflanzen durch willkürliche Bewegung unterscheiden sollten. Zwischen Menschen und Thieren blieb dann nur der Unterschied, daß jene durch einen höheren Grad des Bewußtseins vor diesen ausgezeichnet seien.

Was ist denn aber das Bewußtsein oder, um das stolze Wort der Schule zu gebrauchen, jenes Selbstbewußtsein, das den Menschen zum König der Erde erheben soll?

Stoffliche Bewegungen, die in den Nerven mit elektrischen Strömen verbunden sind, werden in dem Gehirn als Empfindung wahrgenommen. Und diese Empfindung ist Selbstgefühl, Bewußtsein.

In dem Schulunterricht über das Denken wird strebsamen Köpfen die Auffassung gewöhnlich deshalb erschwert, weil sich die Schule nicht dazu verstehen kann, die Bildung von Urtheilen, Begriffen und Schlüssen an der bestehenden, frischen Wirklichkeit zu entwickeln. So wenig es gelingt, so eifrig bestrebt man sich doch, dem Schüler einzuimpfen, daß er seine Blicke wegwenden muß vom grünen Baum, daß er das Denken abziehen muß vom Stoff, um ja recht abgezogene Begriffe zu bekommen, mit denen das gequälte Gehirn in einer Schattenwelt sich bewegt.

Gerade so geht es mit den in der Schule gangbaren Vorstellungen vom Bewußtsein. Da soll sich nur der Lehrling nicht beikommen lassen, daß es ein einfaches Verhältniß gebe zwischen Bewußtsein und Außenwelt. Der Mensch, heißt es, hat die Fähigkeit, sein Ich als ein Erkennendes den äußeren Gegenständen entgegenzusetzen, und darin liegt das Selbstbewußtsein, das den

Menschen über alle Thiere adelt. Dies aber ist noch viel zu klar. Die Klarheit darf nur scheinbar sein. Und jetzt wird der Gegensatz zwischen dem Ich und dem Ding an sich mit allen Fetzen aus der alten Rumpelkammer von der Wirklichkeit abgezogener Begriffe behängt. Nur gar zu häufig wird das Ziel erreicht, den klaren Begriff in ein geweihtes Geheimniß zu verwandeln, oder, deutlich gesprochen, dem armen Schüler

„wird von alle dem so dumm,
„Als ging' ihm ein Mühlrad im Kopf herum."
. . . .
„Und in den Sälen, auf den Bänken
„Vergeht ihm Hören, Seh'n und Denken.

Die ganze Sache ist sonnenklar, wenn man sie nicht mit Kunst verdunkelt. Das Ding an sich ist nur mit, ist nur durch seine Eigenschaften, durch seine Verhältnisse zu anderen Dingen, durch seine Eindrücke auf meine Sinne. Der denkende Mensch ist die Summe seiner Sinne, wie das Ding, das er beobachtet, die Summe seiner Eigenschaften ist. Darum ist die Erkenntniß des Menschen durch die Sinne beschränkt. Aber diese Schranke umschließt das volle Maaß des Dinges, weil das Ding nur mit Einem gleichartigen Maaß zugleich gemessen werden kann. Andere Geschöpfe finden andere Summen. Der Mensch ist durchaus in seinem Recht, wenn er sich um die Erkenntniß, wie sie im Hirnknoten des Insekts oder im Hirn etwaiger Mondbewohner sich spiegelt, nicht

kümmert. Der Mensch ist berechtigt zu sagen: Das Ding an sich ist das Ding für mich.

Offenbar setzt die Empfindung ein Verhältniß unserer Sinneswerkzeuge zu den Dingen voraus. Noch bestimmter: die Empfindung ist ein Verhältniß der Sinne zu den Dingen. Und damit ist es überhaupt gegeben, daß wir unser Ich den einwirkenden Dingen entgegensetzen.

Das Selbstbewußtsein ist nichts Anderes, als die Fähigkeit, die Verhältnisse der Dinge zu uns zu empfinden.

Je häufiger unsere Sinnesnerven den Eindruck stofflicher Bewegungen erlitten, je mehr wir gehört und gesehen, beobachtet und geurtheilt, begriffen und erschlossen haben, je reicher unser Denken, desto lebhafter wird der Gegensatz zwischen dem Ich und dem Ding außer uns. Die Uebung hebt das Bewußtsein. Das Bewußtsein wächst mit der Erkenntniß. Es bekommt um so deutlicher das Gepräge eines ursprünglichen Einzelwesens, je schärfer die sinnliche Wahrnehmung sich gliedert.

Darum geht die Entwicklung des Bewußtseins Hand in Hand mit der Entwicklung des Denkens. Das sehen wir in der Reihe der Thiere und in den Lebensaltern des Menschen. Das Kind lebt in den ersten Monaten beinahe unbewußt, ohne Erinnerung seiner Zustände und der Dinge, die auf dasselbe einwirken. Bei Thieren und Menschen ist das Bewußtsein nicht der Art, nur dem Grade nach verschieden. Und dieser Unterschied kann

unermeßlich groß, er kann freilich auch ganz außerordentlich klein sein. Immer aber wird es Gelehrte geben, die, wie Condorcet von den Doctoren zu Voltaire's Zeiten schreibt, der Furcht leben müssen, daß, wenn die angeborenen Anschauungen wegfallen, der Unterschied zwischen ihrer Seele und der der Thiere nicht mehr groß genug sein werde.[307])

Es bedarf der häufig wiederholten Einwirkung, um die Empfindung als klares Bewußtsein festzuhalten. Das Bewußtsein läuft jedoch immer auf Empfindung hinaus. Wir sprechen dem Thier Bewußtsein ab, wenn es aufhört zu empfinden.

Also ergiebt sich auch das Bewußtsein als eine Eigenschaft des Stoffs.

Das Bewußtsein hat seinen Sitz nur im Gehirn, weil nur im Gehirn die Empfindung zur Wahrnehmung kommt. Das Bewußtsein fehlt, wenn das Gehirn kein Blut mehr enthält oder wenn eine Ueberfüllung mit schwarzem aderlichem Blut seiner regelmäßigen Thätigkeit eine Grenze setzt. Geköpfte Thiere und Enthauptete haben keine Empfindung und kein Bewußtsein, trotz der eigenthümlich zusammenwirkenden Bewegungen, welche Thiere nach der Köpfung vollführen können.[308])

Jobert de Lamballe hat kürzlich eine höchst merkwürdige Beobachtung gemacht an einem Mädchen von einigen zwanzig Jahren, bei welchem durch einen

Druck auf den obersten Theil des Rückenmarks dieses Gebilde in seinem ganzen Verlauf unthätig geworden war. Sowohl die Bewegung wie das Tastgefühl war vollständig gelähmt in allen Gliedern und am Stamm. Aber das Bewußtsein war erhalten. Anfangs konnte das Mädchen noch leise ja und nein sagen, bald darauf nicht mehr, obgleich es deutlich die Lippenbewegungen vornahm, welche das Aussprechen jener Wörter erfordert. Die Kranke starb nach einer halben Stunde.[309])

Es kann somit das ganze Rückenmark in Unthätigkeit versetzt werden, ohne daß das Bewußtsein leidet.

Aus dem Gehirn und Rückenmark entspringen an verschiedenen Stellen Nervenbündel, die an ihrer Ursprungsstelle gewöhnlich entweder nur empfindende oder nur bewegende Fasern enthalten. In den mittleren Theilen der Nervengebilde, das heißt im Hirn und Rückenmark, aber auch in vielen Stämmen der Nerven, nachdem sie eine gewisse Entfernung von den mittleren Theilen erreicht haben, legen sich bewegende und empfindende Fasern dicht neben einander.

Eindrücke, die eine Empfindung hervorrufen, werden von dem Umkreis des Körpers nach Rückenmark und Hirn geleitet. Die empfindenden Fasern leiten rückläufig gegen die mittleren Theile.

In den mittleren Theilen der Nervengebilde überträgt sich der Reiz, der eine empfindende Faser getroffen hat,

auf eine bewegende. Und indem diese ihre stoffliche Veränderung nach dem Umkreis des Körpers in die Muskeln fortpflanzt und die Muskelfasern zur Verkürzung veranlaßt, sagt man, die bewegenden Fasern leiten rechtläufig.

Man bezeichnet also die Leitung von der Mitte gegen den Umkreis als rechtläufig, die vom Umkreis gegen die Mitte als rückläufig. Obgleich die Leitung in der Wirklichkeit für die empfindenden Fasern gewöhnlich rückläufig, für die bewegenden rechtläufig ist, hat doch Du Bois-Reymond neulich den Beweis geführt, daß sowohl in den bewegenden, wie in den empfindenden Fasern die Leitung nach beiden Seiten möglich ist.[310]

Trifft nun ein Reiz eine empfindende Faser am Umkreis des Körpers, dann wird derselbe als eine stoffliche Veränderung in die inneren Theile der Nervengebilde fortgepflanzt.

Hierbei sind aber zwei Fälle möglich. Entweder der Reiz war der Art, daß er als Empfindung in das Gehirn fortgepflanzt wurde, und wir werden uns seiner bewußt. Oder die stoffliche Veränderung wird zwar nach Rückenmark und Hirn fortgeleitet, jedoch ohne als Empfindung im Hirn zur Wahrnehmung zu kommen, ohne daß wir uns seiner bewußt werden.

In beiden Fällen kann die Reizung der empfindenden Fasern bewegenden Fasern mitgetheilt werden. Sind

wir uns, bevor die Bewegung vollzogen wird, des Eindrucks im Gehirn bewußt, dann nennt man die Bewegung eine willkürliche. Dagegen bezeichnet man sie als eine übertragene Bewegung im engeren Sinne*), wenn die Fortpflanzung von der empfindenden Faser auf die bewegende geschieht, ohne daß der Reiz als Empfindung bewußt geworden ist, oder bevor dies geschah.

Wir begegnen zum Beispiel einem Bekannten; sein Bild macht die Nervenhaut des Auges erzittern, die stoffliche Veränderung pflanzt sich in das Hirn fort, wir erkennen den Freund, und wir grüßen, nachdem wir uns des Eindrucks bewußt geworden sind, durch sogenannte willkürliche Bewegung. Dagegen denke man sich in einer Gesellschaft die Leute um den Tisch versammelt. Es tritt Jemand ein; der ein Mitglied des Kreises kennt und begrüßt. Dieser erwiedert den Gruß mit etwas auffälligen Bewegungen. Und unwillkürlich, unbewußt beginnen wir durch ähnliche Bewegungen mit zu grüßen. Das ist eine übertragene, eine sogenannte unwillkürliche Bewegung.

Beide Arten von Bewegung sind aber nichts weniger als scharf von einander abgegrenzt. Im Licht verengert sich das Sehloch der Regenbogenhaut im Auge, während es sich im Dunkeln erweitert. Wir kitzeln Jemand im

---

*) Reflexbewegung.

Schlaf, und er macht abwehrende Bewegungen ohne aufzuwachen. Ein starker Knall schreckt einen Schlafenden auf, und manchmal erfährt er erst nachher, daß Lärm ihn weckte. Das sind alles übertragene, unbewußte Bewegungen, die vollführt werden, noch ehe das Licht oder Dunkel, der Kitzel oder der Knall als Empfindung deutlich wahrgenommen wurden. Aber man zählt es auch zu den übertragenen Bewegungen, daß wir niesen, wenn wir in die Sonne sehen, daß wir das Augenlid gewaltsam schließen, wenn eine Mücke oder ein Sandkorn in's Auge fliegt, daß wir lachen, wenn wir wachend gekitzelt werden. Und doch sind dies alles bereits Uebergänge zu der bewußten und willkürlichen Bewegung. Wir sind uns des starken Eindrucks des Sonnenlichts, der reizenden Wirkung der Mücke und des Kitzels häufig eher bewußt, als wir zum Niesen, zum Blinzeln, zum Lachen gezwungen werden. Je unerwarteter wir Jemanden kitzeln, desto sicherer lacht er, desto sicherer erfolgt also die Uebertragung auf die Nervenfasern, welche beim Lachen Bewegungen der Antlitzmuskeln veranlassen.

Die letztgenannte Erscheinung verdient einen allgemeinen Ausdruck. Es wird nämlich in allen Fällen um so leichter ein Reiz von empfindenden Fasern auf bewegende übertragen, je mehr das Bewußtsein in den Hintergrund tritt. Deshalb entleeren Kinder in der Nacht viel leichter als bei Tag den Harn, deshalb erleiden Män-

ner im Schlaf Samenverluste, ohne darum zu wissen. Und wir können alle möglichen übertragenen Bewegungen an geköpften Thieren viel leichter hervorrufen, als bei solchen, die mit dem Gehirn das Bewußtsein noch besitzen. Frösche, die geköpft sind, springen auf dem Tisch herum, wenn man sie in eine Schüssel mit Wasser bringt, erheben sie sich häufig auf den Rand, Stücke eines zerschnittenen Aals hüpfen aus dem Kessel.

Um es mit einem Wort zu sagen, zwischen der sogenannten willkürlichen und der übertragenen Bewegung besteht kein anderer Unterschied, als der, daß der Reiz, welcher Bewegung erzeugte, mehr oder weniger, oder an der äußersten Grenze auch gar nicht, zum Bewußtsein kam. Nicht dadurch werden wir uns des Reizes bewußt, daß er von empfindenden Fasern auf bewegende übertragen wird und in Folge dessen Bewegung hervorruft, sondern dadurch, daß die empfindende Faser den Eindruck des Reizes bis zum Ort der Empfindung, bis zum Gehirn mit gehöriger Stärke fortpflanzt.

Wenn die Uebertragung durch Empfindung deutlich bewußt wird, dann nennen wir die Bewegung eine willkürliche.

Aber diese Bewegung ist wie jede andere mit einer Veränderung des elektrischen Stroms in Muskeln und Nerven verbunden. Du Bois-Reymond, dem das ganze Gebiet der wichtigen hierher einschlagenden Ent-

deckungen gehört, hat bewiesen, daß in dem Arm, den wir zusammenziehen, ein elektrischer Strom von der Hand gegen die Schulter gerichtet ist. In der Regel ist dieser Strom im rechten Arm stärker als im linken.[311])

Der elektrische Strom, der eine Ablenkung der Magnetnadel hervorbringt, und seine Veränderung entstehen nur in Folge stofflicher Zustände der Nerven, welche durch Reize, durch sinnliche Eindrücke hervorgebracht werden. Ohne eine solche Veränderung in den Nervengebilden, und zwar im Hirn, kommt eine willkürliche Bewegung nicht zu Stande.

Jene Veränderung kommt aber von außen.

Die Veränderung steht als Wirkung im geraden Verhältniß zu dem Reiz, der als Ursache einwirkt.

Aus diesem durchaus beweisenden Grunde ist die Bewegung nicht der Ausfluß eines sogenannten freien Willens.

Der Wille ist vielmehr nur der nothwendige Ausdruck eines durch äußere Einwirkungen bedingten Zustandes des Gehirns.

Ein freier Wille, eine Willensthat, die unabhängig wäre von der Summe der Einflüsse, die in jedem einzelnen Augenblick den Menschen bestimmen und auch dem Mächtigsten seine Schranken setzen, besteht nicht.

Ich habe absichtlich einen Beweis geführt, ohne erst durch Wahrscheinlichkeitsgründe vorzubereiten oder

meine Aufgabe zu erleichtern. Jetzt will ich zeigen, daß alle Einwürfe abprallen an der Richtigkeit jenes Beweises, ich will den Bedenken ihren Stachel nehmen, ich will vor Allem ausführen, daß ich mit den obigen Sätzen nichts Neues lehre, sondern einer Ueberzeugung Worte leihe, die mehr oder minder klar, mehr oder minder gerne von der ganzen gebildeten Menschheit getheilt wird.

Den meisten Menschen wird es schwer, sich die Naturnothwendigkeit ihres Daseins und ihrer Handlungen klar zu machen, weil sie nicht bedenken, daß jeder Eindruck auf Ohr und Auge eine körperliche Einwirkung, eine Bewegungserscheinung ist, welche stoffliche Veränderungen nach sich zieht, weil sie übersehen, daß jeder Trunk, jeder Bissen das Blut und damit die Nerven verändert, daß jeder Luftzug, jede Veränderung des Dunstkreises auf die Hautnerven einwirkt und diese Wirkung fortleitet bis in das Hirn.

Ein Freund, der uns bewillkommnet, der durch Leid oder Freude unsere Theilnahme erregt, durch eine vertraute Mittheilung unser Urtheil, unsere Begriffe, unsere Schlußfolgerung spannt, beherrscht uns Hirn und Nerven. Das stammelnde Kind versteht nur den Ton der Worte und anfangs selbst diesen nicht, es freut sich und lächelt über den ernsten Ton der Stimme wie über den scherzenden. Allmälig lernt es die Worte zu Vorstellungen verbinden und die stoffliche Veränderung in seinen Nerven

pflanzt sich fort in das Hirn, so daß es urtheilen und Antheil nehmen muß.

Wir lesen ein gutes Buch. Das Nachdenken über eine treffende Bemerkung ist eine ebenso nothwendige Folge der Eindrücke, die das Auge erleidet, wie das Schauergefühl, das uns bei erhabenen, ergreifenden Schilderungen eines großartigen Unglücks befällt. Darum denken wir auch nicht durch eine Willensthat. Wir werden sehr allmälig durch die Sinne zum Denken erzogen. Das Kind muß schon oft etwas gesehen oder gehört haben, bevor es die einzelnen Eindrücke mit einander vergleicht und zu einem Urtheil verbindet. Noch später greift es das Gemeinsame zweier und mehrer Urtheile zusammen zum Begriff. Zuletzt lernt es nach Begriffen schließen.

In schöner Gegend sind wir angeregt. Wenn der Eindruck mächtig ist, wenn ein armer Bewohner sumpfiger Thäler die Alpen besteigt, wird er gleichsam sich selbst entrissen und vergißt Stunden, Tage lang alle früheren Verhältnisse zur Außenwelt. Die Stimmung ist die nothwendige Folge, sie ist die ganz verhältnißmäßige Wirkung der sinnlichen Eingriffe. Und auch der Dichter kann seinem Schaffen nicht befehlen.

Eine Musik erweckt Sehnsucht, Vanille, Eier, Glühwein rufen Begierden wach, ein dunkler, wolkenschwerer Himmel, wassergeschwängerte Luft drückt uns nieder und raubt uns die Schnellkraft zur Arbeit.

Und wann sind wir jemals ohne den Einfluß sich unablässig drängender, oft zahlreich auf uns einstürmender Eindrücke, die in stofflichen Bewegungen aufgehen? Wie unendlich oft greifen die Wirkungen durch so leise Schattirungen in einander, daß wir uns der einzelnen Bedingung nicht bewußt werden, die doch, wie ein vom Bogen entschossener Pfeil, sich fort und fort bewegt bis an das Ziel, das neuer Veränderung Ursprung ist?

Im Winter, nach Gewittern, auf hohen Bergen erfrischt uns die Luft. Aber im Winter und auf hohen Bergen hat der Sauerstoff eine andere Bewegung als im Thal und in der Schwüle des Sommers. Schönbein nennt solchen Sauerstoff erregt und fand seine Menge größer im Winter, auf Bergen und nachdem ein Gewitter die Lüfte gereinigt hat. Der denkende Baseler Forscher lehrte den letzteren Ausdruck wörtlich verstehen. Denn jener vom Licht erregte Sauerstoff zerstört die organischen Verbindungen, die als flüchtige Giftstoffe die Luft verderben, und natürlich, je reichlicher er vorhanden ist, desto vollständiger.

Faulende Leichname können die Luft verpesten. Wir merken es, wenn wir in die moderige Luft einer Kirche kommen, die noch vor ziemlich kurzer Zeit als Begräbnißstätte im Gebrauch war. In einer Stadt, die innerhalb ihrer Mauern Kirchhöfe besitzt, bemerkt die Nase den Fäulnißgeruch nicht. Aber dieselben Stoffe, die wir

in großer Ansammlung riechen, gehen nichtsdestoweniger in Luft und Wasser über. Sie äußern ihre Wirkung auf den Körper um so unfehlbarer, als sie in Luft und Wasser die allerunerläßlichsten Bedingungen des Lebens vergiften. Denn was in großer Menge die Luft verpestet, das hört nicht auf, sie zu verderben, weil die Wirkung auf die Nase geschwächt wird. Und Niemand kann bestimmen, wie oft die Ausdünstungen eines Kirchhofs im warmen Sommer Faulfieber erzeugten. Niemand kann es mit Sicherheit widerlegen, wenn ihm ein Dritter die Meinung äußert, daß Kirchhöfe in einer Stadt das Denken verzögern. In Mainz heißt ein hoch liegender Theil der Stadt noch heute die goldene Luft, weil er im Jahre 1666 von der Pest verschont blieb.

Wir sind in einem Meere kreisender Stoffe vom Augenblick der Zeugung an. Und schon das neugeborene Kind ist ein Ergebniß zahlreicher Ursachen und nimmer ruhender Schwankungen des Stoffs, das nicht etwa angeborene Anschauungen, aber fertige Anlagen mit auf die Welt bringt, an welchen viele Geschlechter gearbeitet haben. Vom Vater des Urgroßvaters an bis auf seinen Vater ist Vesal einem Geschlechte ausgezeichneter Aerzte entsprossen, und auch der Bruder des Begründers der Zergliederungskunde des Menschen war von einer so unwiderstehlichen Neigung zur Naturwissenschaft getrieben, daß ihn die Aeltern nicht zur Rechtsgelehrsamkeit

zu zwingen vermochten[312]. Riehl hat in seinem lehrreichen Buch über die bürgerliche Gesellschaft erst kürzlich daran erinnert, daß „man gerade zu einer Zeit, wo „man am meisten über den Geburtsadel spottete, dem „Stammbaum Sebastian Bach's mühsam nachgeforscht hat; eine lange, stolze Ahnenreihe der kernhaftesten Kunstmeister kam zu Tage, und mit Recht schrieb „man diesem künstlerischen Geburtsadel ein gut Theil „der auszeichnenden Eigenthümlichkeiten des seltenen „Mannes zu"[313]. Und wie leicht ließen sich diese Beispiele vermehren!

So ist der Mensch die Summe von Aeltern und Amme, von Ort und Zeit, von Luft und Wetter, von Schall und Licht, von Kost und Kleidung. Sein Wille ist die nothwendige Folge aller jener Ursachen, gebunden an ein Naturgesetz, das wir aus seiner Erscheinung erkennen, wie der Planet an seine Bahn, wie die Pflanze an den Boden.

Wenn uns Jemand anredet und wir antworten ihm, wenn ein Schmerz uns trifft, so daß wir aufschreien, dann ist das Wort, das wir sprechen, der Schrei, den wir ausstoßen, mit Nothwendigkeit erzeugt durch Anrede und Schmerz. Aber auch wenn wir nicht antworten mögen, wenn es uns gelingt, den Schrei zu unterdrücken, steht die Wirkung in geradem Verhältniß zur Ursache, welche sie hervorbringt.

Kein Wort ist irriger, als daß wir nach Belieben den Schmerz ruhig ertragen oder durch eine Bewegung nach außen verrathen können. Wir beißen auf die Lippen, schneiden fratzenhafte Gesichter, stampfen mit dem Fuß auf, heben die Augenbrauen, wir wimmern, klagen, schreien oder verziehen keine Miene, alles je nach der Heftigkeit des Schmerzes, je nach dem Grad der Reizbarkeit, die wir einem gegebenen Reiz entgegenzusetzen haben. Das Kind schreit nie ohne Ursache. Es hat Hunger, Unlust oder Schmerz. Die Unlust mag von einem unbefriedigten Verlangen oder von Unwohlsein herstammen, immer entspricht die Bewegung des schreienden Kindes genau der stofflichen Ursache, die Hunger, Unlust, Schmerz bedingt.

Eine der höchsten Thaten freier Willensbestimmung scheint gegeben, wenn der Naturforscher einen Versuch anstellt. Aber der Versuch ist Folge eines Gedankens und der Gedanke eine Bewegung des Stoffs, welche selbst die Folge einer sinnlichen Wahrnehmung ist. War die sinnliche Wahrnehmung genau und so vollständig, wie sie überhaupt geübten menschlichen Sinnen möglich ist, dann wird der Gedanke richtig, der Versuch vernünftig, und wie jede gute Antwort auf eine vernünftige Frage das Ergebniß des Versuchs ein brauchbares sein. Denn wie man im Leben kenntnißreiche und sammlungsstarke Menschen zunächst an ihren verständigen Fragen

erkennt, so wird die Vernunft des Naturforschers vorzugsweise durch die Vernünftigkeit seiner Versuche gemessen. Aber der Versuch ist nothwendige Folge seiner Entwicklung. Der Versuch ist also kein Ausdruck einer unabhängigen Willensregung; der Drang zum Versuch gehorcht vielmehr einem festen Gesetze, das alle geistige Thätigkeit an stoffliche Zustände bindet.

Man wird mit Recht bemerken, daß der Versuch nicht bloß von der Entwicklung des Naturforschers abhängt, sondern in sehr wesentlicher Weise auch von den Mitteln und Werkzeugen, deren er zur Anstellung des Versuchs bedarf. Denn das Göthe'sche:

„Und was sie Deinem Geist nicht offenbaren mag,
Das zwingst Du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben,"

ist nur richtig in dem Sinn, der soeben umschrieben wurde. Hebel und Schrauben nützen allerdings erst, wenn vorausgegangene sinnliche Wahrnehmungen dem Hirn des Menschen einen vernünftigen Gedanken offenbart haben. Aber ohne Hebel und Schrauben, ohne Zink und Kupfer und Platin, ohne Vergrößerungsglas und Messer, und vor allen Dingen ohne Maaß und Gewicht vermag der forschende Gedanke nichts. Nun liegen freilich diese Mittel und jene Entwicklung des Naturforschers gar häufig in verschiedenen Händen. Dann bleibt der Gedanke eine Zeitlang ein Wunsch, ohne zum Willen erstarken zu können. Bald aber überflügelt die

Entwicklung des strebsamen Forschers den Standpunkt desjenigen, der die Wage hat und den Tiegel, ohne sich ihrer zu bedienen. Die Entwicklung wird ein Mittel, die Werkzeuge zu erwerben. Entwicklung und Werkzeuge schaffen den vernünftigen Versuch als unausbleibliche Folge ihrer Vereinigung.

Rede und Styl, Versuche und Schlußfolgerungen, Wohlthaten und Verbrechen, Muth und Halbheit und Verrath, sie alle sind Naturerscheinungen, sie alle stehen als nothwendige Folgen in geradem Verhältniß zu unerläßlichen Ursachen, so gut wie das Kreisen des Erdballs.

Man spricht von geschichtlicher Wahrheit, von dichterischer Lebenstreue, und verwirft einen Roman, ein Gedicht, das den Charakter seines Helden von unrichtigen Voraussetzungen ableitet. Solche Schöpfungen fehlen gegen die Entwicklungsgesetze der Menschheit. Sie leisten den Forderungen der höchsten Wahrheit, der anerkannten Folgerichtigkeit von Ursache und Wirkung kein Genüge. Es wäre Unsinn, von dichterischer Wahrheit zu reden, wenn das Wollen des Menschen losgebunden wäre von den Schranken ursächlicher Bedingtheit.

Darum ist es durchaus unrichtig mit Liebig zu behaupten, daß „die moralische Natur des Menschen ewig „dieselbe bleibt“ [314]. „Dieselbe Rasse“, sagt Prichard, „welche zu Tacitus Zeiten zwischen Sümpfen in einsamen Höhlen wohnte, hat Petersburg und Moskau

„gebaut, und die Nachkommenschaft von Ahnen, die „Menschenfleisch und kleine Fichtenfrüchte verzehrten, „nährt sich jetzt von Reis mit Trauben oder Weizen„brod" [315]). Man bedenke, daß Jupiter und Juno Geschwister waren, und daß die Griechen ihre sittlichen Anschauungen in ihren Göttern verkörperten. Ich besuchte in Cleve noch die Schule, als mich ein kleines Mädchen, das ihren Bruder sehr liebte, fragte, warum es die Menschen nicht machen wie die Vögelchen, die ihre Geschwister heirathen. Und im Widerspruch mit jener obigen Behauptung sagt Liebig wenige Zeilen später ganz richtig: „Seit der Entdeckung des Sauer„stoffs hat die civilisirte Welt eine Umwälzung in „Sitten und Gewohnheiten erfahren." [316])

Wie der Einzelmensch, so ist die Gattung ewig im Werden begriffen. Das Hirn und seine Thätigkeit verändern sich mit den Zeiten und mit dem Hirn die Sitte, die des Sittlichen Maaßstab ist. Das Heidenthum pries noch den Haß der Feinde als höchste Tugend, während das Christenthum auch für den Feind Liebe verlangte. Wir wissen, daß der Haß als Naturerscheinung nicht unrecht ist, verwerfen es aber, wenn man dem Feinde schaden will, weil dies der Menschlichkeit zuwiderläuft, weil es die edelste Empfindung der Menschennatur verläugnet.

Jene Entwicklung der Sittlichkeit folgt nothwendigen

Gesetzen, und jede Stufe ruht auf den vorhergegangenen Ursachen mit unerschütterlich nothwendiger Festigkeit.

Und ist das nicht anerkannt, wenn Quetelet, der berühmteste Erforscher aller Zahlenverhältnisse, die sich auf den Menschen beziehen, der rechtmäßige Stolz Belgiens, schreibt: „Alles was dem Zufall, dem freien „Willen, den Leidenschaften des Menschen oder dem „Grade der Intelligenz anheim gegeben zu sein scheint, „ist an ebenso feste, unverbrüchliche und ewige Gesetze ge„knüpft wie die Erscheinungen der materiellen Welt" [317])? Und legt man nicht mit Recht einen unendlich wichtigen Werth auf die Worte des Chors bei Aeschylos im Agamemnon?

„es kommt
Wider Willen Weisheit auch.
Huld der Götter ist dies, die gewaltsam
Thronen hoch am Rudersitz." [318])

Wir brauchen uns nur klar zu machen, daß die Götter der Griechen, um Liebig's Ausdruck zu gebrauchen, „providentielle Ursachen" sind, Naturgewalten, die als Personen vorgestellt wurden, um die Worte des Chors ganz im Einklang zu finden mit der Weltanschauung, die ich in diesem Brief zu vertheidigen habe.

„Darin liegt das außerordentliche Uebergewicht an „Kraft", sagt Liebig, „welches unsere Zeit von allen „früheren unterscheidet, daß die Entwicklung der Natur„wissenschaften und der Mechanik, so wie die nähere

„Erforschung aller der Ursachen, wodurch mechanische „Bewegungen und Ortsveränderungen hervorgebracht „werden, zur genaueren Bekanntschaft mit den Gesetzen „geführt haben, welche die Menschen befähigen, Natur„gewalten, welche sonst Angst und Entsetzen erweckten, zu „seinen gehorsamen und willigen Dienern zu machen." — „Das bestabgerichtete Pferd folgt nicht geduldiger dem „Willen des Menschen, als die Locomotive unserer Eisen„bahnen, sie geht schnell und langsam, sie steht still und „gehorcht dem leisesten Druck seines Fingers." [319])

Alles dies ist richtig. Aber möglich ist es eben nur durch die Bekanntschaft mit den Gesetzen, auf welche Liebig mit Recht einen so hohen Werth gelegt hat. Der mächtige Wille ist eine nothwendige Folge der reichen Erkenntniß. Wir dürfen es nicht vergessen, daß vorher „die Wirkungen unsren Willen regieren, während wir „durch Einsicht in ihren inneren Zusammenhang die Wir„kungen beherrschen können" [320]). Die Einsicht entsteht immer nur als Folge der Wirkungen und wird dadurch zur nothwendigen Ursache des Willens.

Es ist nach allem Obigen klar, daß es gar keinen Sinn hat, wenn Liebig schreibt: „Der Mensch hat „eine Anzahl Bedürfnisse, welche aus seiner geistigen „Natur entspringen, und die durch Naturkräfte „nicht befriedigt werden können; es sind dies „die mannigfaltigen Bedingungen der Funktionen seines

„Geistes, auf deren Entwicklung, Vervollkommnung „und Erhaltung die richtige und zweckmäßige Verwen„dung der Kräfte des Körpers, so wie die Lenkung und „Leitung der Naturkräfte zur Hervorbringung aller seiner „nothwendigen, nützlichen und angenehmen Bedürfnisse „beruhen" [321]). Das Seltsamste aber ist, daß hin und wieder die Vertheidiger ähnlicher Ansichten die neue Weltanschauung als hochmüthig bezeichnen. Als könnte sich der menschliche Hochmuth höher versteigen, als zu „Bedürfnissen, die durch Naturkräfte nicht „befriedigt werden können!"

Ganz unberechtigt ist es, wenn Liebig von einem Geist spricht, „der in seinen Aeußerungen von den Na„turgewalten unabhängig ist", und diesen Geist von Allem unterscheidet, was er außer sich „in den Fesseln „unwandelbarer, unveränderlicher, fester Naturgesetze „sieht" [322]). Sehr richtig dagegen ist es, wenn Liebig, auch hier im Widerspruch mit sich selber, an einer anderen Stelle schreibt: „Eine jede Substanz, insofern sie „Antheil an den Lebensprozessen nimmt, wirkt in einer „gewissen Weise auf unser Nervensystem, auf die sinn„lichen Neigungen und den Willen des Menschen ein." [323])

Viel schwerer als die wissenschaftliche Einsicht in die Richtigkeit des vertheidigten Satzes wird es den Menschen, die so lange an dem Gängelbande eines eingebildeten Gutes liefen, dem die Schwäche des Fleisches tag=

täglich widerspricht, viel schwerer wird es ihnen, sich mit dem Willen als Naturerscheinung in den Krümmungen und Kreuzgängen des werkthätigen Lebens zurecht zu finden.

Das erste Bedenken, das sich hier entgegenthürmt, ist immer, daß, wenn der freie Wille zu läugnen ist, die Begriffe des Guten und Bösen uns abhanden kommen müssen. Und doch ist eben dieses Bedenken gerade dadurch gelöst, daß wir den Willen als eine festbegründete Naturerscheinung betrachten müssen. Denn nur so lange bleibt die Bestimmung, ob eine Handlung gut oder böse ist, schwankend, als der Maaßstab ein zufälliger, das heißt, ein von außen entlehnter ist. Hat man es einmal erkannt, daß das sittliche Maaß in der Natur des Menschen und nirgends anders zu suchen ist, daß wir uns auf das natürlichste Verhältniß stützen, wenn wir das Recht, uns zu richten, weder Affen noch Mondbewohnern, sondern einzig und allein unseres Gleichen zugestehen wollen, dann wird das Urtheil über gut und böse ein naturnothwendig begründetes und dadurch ewig unerschütterlich.

Gut ist, was auf einer gegebenen Stufe der Entwicklung den Bedürfnissen der Menschheit, den Forderungen der Gattung entspricht. Ich sage: auf einer gegebenen Stufe der Entwicklung. Denn erst dadurch, daß diese berücksichtigt wird, erhebt sich die Geschichte zum Weltgericht. Weil Rotteck die Entwicklungsstufe des

Mittelalters verkannte, beurtheilte er die Herrschaft der Kirche für damalige Zeiten um ebenso viel zu hart, wie die Hurter und Stahl ungerecht sind gegen den heutigen Entwicklungsgang, weil sie den Geist der Zeit mit mittelalterlichen Augen betrachten.

Es wohnt der menschlichen Gattung als Naturnothwendigkeit ein, daß sie als böse verwirft, was den Forderungen der Gattung zuwiderläuft.

Das Böse im Einzelnen bleibt darum, wie der ganze Mensch, Naturerscheinung. Und es ist gewiß nur ein Verlust für verfolgungssüchtige Parteigänger oder für den bitteren Eifer besiegter Köpfe, nicht für ächte Menschen, wenn uns diese Einsicht gegen jedes Verbrechen, wie gegen jeden Fehltritt versöhnlich stimmt. Das ist der Sinn des Worts der Frau von Stael: alles begreifen hieße alles verzeihen[324]). Ich kann es nicht unterlassen, dieses goldne Wort immer und immer zu wiederholen. Denn wie das: „Liebe Deinen Nächsten wie Dich selbst!" der Kern der ganzen Sittenlehre im Christenthum war, so sollte es an der Spitze des Evangeliums der Neuzeit stehen: alles begreifen heißt alles verzeihen.

So wie der Sittenprediger von dem, der den freien Willen widerlegt, eine Grundlage seiner Sittenlehre fordert, so macht der rechtsgelehrte Richter den Naturforscher verantwortlich für die Zurechnungsfähigkeit, die

ihm verloren zu gehen scheint. Aber die Zurechnungsfähigkeit wäre nur dann vernichtet, wenn die Strafe den äußerlichen Zweck der Abschreckung oder der Besserung verfolgte. Wie sollte den die Strafe abschrecken, der eine Missethat begeht, die in geradem und unabwendbar folgerichtigem Verhältniß steht zu der Leidenschaft, die ihn bewegt? Das Bessern aber gelingt den Strafanstalten selten und bisweilen auf Kosten von Vorzügen, gegen welche die sogenannte Besserung nicht aufwiegt. Denn der ist nicht gebessert, in dem die Leidenschaft erstorben ist. Und andererseits, wie unendlich häufig kommt es vor, daß diejenigen, die bestraft waren, mit Rachepläne gegen die Gesellschaft ihr Gefängniß verlassen, um es nur zu bald und oft wiederholte Male wieder zu betreten? Sucht man das Recht der Strafe in einem naturnothwendigen Bedürfniß der Selbsterhaltung, das die Gattung beherrscht, dann erliegt die Zurechnung nicht vor dem milderen Urtheil, das uns das Böse abgewinnt, nachdem wir es als Naturerscheinung kennen. Die Strafe soll nur den menschlichen Forderungen der Gattung entsprechen. Darum bestrafen alle Gesetzbücher nur diejenigen Vergehen, die einem Dritten schaden. Das Recht erwächst nur aus dem Bedürfniß. Aber weil das Bedürfniß menschlich ist, soll auch die Strafe menschlich bleiben. Bleibt sie nicht menschlich, dann wird die Strafe selbst zum Verbrechen. Und aus diesem Gesichts-

punkt ist es nicht tief genug zu beklagen, daß in neuerer Zeit noch Kammern gefunden werden, die, wenn auch mit schwacher Mehrheit, für die Todesstrafe entscheiden [325]). Oder giebt es irgend ein menschliches Verhältniß zwischen dem leidenschaftlich Bethörten, der, gleichviel ob kalt oder heftig, an seinem Nächsten einen Mord begeht, und der Ruhe eines Gerichtshofes, der, wie der Ausdruck lautet, einen Verbrecher vom Leben zum Tode befördern läßt?

Weil die Zurechnung von dem Bedürfniß und dem Recht der Strafe abhängt, so kann man recht gut mit Gervinus einstimmen, wenn er sagt: „Will man den „Menschen auch ganz wie die Pflanze in den feindlichen (?) Gewalten der Natur sehen, so hindert uns „dies dennoch nicht, auch den fehlerhaften und mangelhaften Baum zu tadeln, zu ziehen, und wenn er uns „ärgerte, auszureißen." Ich meine, man kann recht wohl in diesen Ausspruch einstimmen, wenn man nur absieht von der Auffassung der Naturgewalt als einer feindlichen. Ja, man kann noch weiter gehen. Die Naturnothwendigkeit des Baumes und des Menschen hindert uns nicht bloß nicht, sie selbst zwingt uns vielmehr zu Tadel und Zucht. Wenn aber Gervinus an jener Stelle fortfährt: „Dies eben aber zeigt, daß der „Mensch Freiheit und Willkür hat, denn nur der Baum „läßt den Baum in Frieden gewähren" [326]), so ist dies

eine Vertheidigung so platt und doch zugleich so hohl, daß sie weder platter, noch hohler sich denken läßt. Oder ist es nicht ein durchaus nichtssagender Gemeinplatz, wenn es heißt: der Mensch ist frei, weil der Baum steht, während der Mensch geht? Hätte Gervinus nur einen Augenblick die Frage erwogen, ob nicht die Ursache der Bewegung, — des Tadels, der Zucht und des Ausreißens, — vielleicht genau der Bewegung entspricht, hätte er die Naturnothwendigkeit der aus der Ursache erwachsenden Folge begriffen, er hätte nicht von freier Willkür sprechen und es hätte ihm nicht so vollständig mißlingen können, die allerbedeutendste Seite von Göthe's Wesen zu würdigen, die Seite, welche Göthe sagen ließ: „Hätte ich einen Fehler begangen, so könnte es keiner „sein." Von dieser großartigen Anschauung war Zelter durchdrungen, als er an seinen Göthe schrieb: „Im „Unnatürlichen liegt die Sünde, nicht im „Willen Böses zu thun." [327])

Sollte uns ein Staatsmann, oder wahrscheinlicher ein Stubengelehrter, einwerfen, daß wer den freien Willen läugnet, die Freiheit nicht erstreben kann, so antworte ich, daß jeder frei ist, der sich der Naturnothwendigkeit seines Daseins, seiner Verhältnisse, seiner Bedürfnisse, Ansprüche und Forderungen, der Schranken und Tragweite seines Wirkungskreises mit Freude bewußt ist. Wer diese Naturnothwendigkeit begriffen hat, der

kennt auch sein Recht, Forderungen durchzukämpfen, die dem Bedürfniß der Gattung entspringen. Ja, mehr noch, weil nur die Freiheit, die mit dem ächt Menschlichen in Einklang ist, mit Naturnothwendigkeit von der Gattung verfochten wird, darum ist in jedem Freiheitskampf um menschliche Güter der endliche Sieg über die Unterdrücker verbürgt.

Ich habe dem Sittenlehrer, dem Richter, dem Gelehrten, dem Staatsmann Rede und Antwort gestanden. Ich komme hier noch einmal auf einen Einwurf mancher engherziger Sittenrichter zurück. Ich berühre ihn zuletzt, weil ich nicht umhin kann, ihn aus tiefster Empfindung zu verachten.

Da heißt es nämlich: „Wenn Du nicht an den freien „Willen glaubst, dann stürze Dich doch in Schwelgerei „und ausschweifende Sinnenlust, denn als Naturerschei„nung bist Du unverantwortlich." Und mir ist, als wanderten mir alle Pharisäer und alle doppelzüngigen Verräther vor den Augen, wenn ich so reden höre. Denn was seid Ihr anders, die Ihr so redet, als bestechliche Bestochene, die Ihr für Eure Tugend keinen Antrieb habt als den jenseitigen Himmel, in dem Ihr Eure träge Feigheit spiegelt, für Eure Sittlichkeit kein Maaß als jenes: „ich bin nicht so wie die der Mode des Unglau„bens huldigen." Ihr fühlt Euch glücklich in jeder Zeit, denn wie Ihr gestern aus dem Wissen die Wahrheit

gefolgert, so könnt Ihr heut' aus ihm die Lüge folgern, wenn nur die Lüge herrscht.

„Stürzt Euch in wüsten Sinnentaumel!" Als wenn der Mensch das nach Belieben könnte, wenn ihm auch täglich der Trugschluß vorgehalten würde!

Weil es dem Bedürfniß der Gattung nie und nimmermehr entspricht, den Leidenschaften zu fröhnen, so kann die Aufforderung zu wilder Ausschweifung auch keineswegs gefolgert werden aus dem Satz, daß der Mensch eine nothwendig bedingte Naturerscheinung ist. Und wenn es trotzdem hin und wieder geschah, so kann es ebenso wenig gegen die erkannte Naturwahrheit sprechen, wie es seiner Zeit den Werth, den das Christenthum nicht als Wissenschaft, sondern als Weisheit ewig behaupten wird, beeinträchtigen konnte, daß die Mönche aus seinem erhabenen Grundsatz der Liebe härene Bußkleider, Fasten und Kasteiung, und alles was naturwidrig ist, abgeleitet haben. Kaum dürfte jemals die Irrlehre der Genußsucht nur halb so viel Nachfolger finden, wie die Herrschaft der Pfaffen aller Farben unglückselige Schlachtopfer gefunden hat. Aber diese ficht den geschichtlichen Werth des Christenthums so wenig an, wie jene die Erkenntniß des Naturforschers, der an die äußerste Grenze seines Denkens geht, um es bis an die äußerste Grenze in's Leben zu setzen.

Die Luft, die wir athmen, verändert in jedem Augen-

blick des Lebens nicht nur die Luft in den Lungen, nicht nur das Blut der Adern in Blut der Schlagadern, sie verwandelt nicht bloß die Muskeln in Fleischstoff und Fleischbasis, den Herzmuskel in Harnoxydul, das Gewebe der Milz in Harnoxydul und Harnsäure, die Glasflüssigkeit des Auges in Harnstoff, sie verändert auch in jedem Augenblick die Zusammensetzung von Hirn und Nerven. Und die Luft selbst, die wir einathmen, ist jeden Tag verschieden, anders im Wald als in der Stadt, anders auf dem Wasser als auf dem Berg, anders auf dem Thurm als in der Straße. Und Nahrung, Geburt, Erziehung, Verkehr, alles um uns ist in fortwährend bewegender Bewegung. Deshalb kann das Gute nicht untergehen, die Bildung nicht veröden. Mit dem Stoff kreist das Leben durch die Welttheile, mit dem Leben die Gedanken, mit den Gedanken der naturnothwendig gute Wille. Mit allen Uebeln — die Erde ist und bleibt ein Paradies. „Man bedenke, daß „mit jedem Athemzug ein ätherischer Lethestrom unser „ganzes Wesen durchdringt, so daß wir uns der Freuden „nur mäßig, der Leiden kaum erinnern“ (Göthe).[328])

Zwanzigster Brief.

Für's Leben.

Wer sich einmal Klarheit verschafft hat über die unzertrennliche Verbindung von Kraft und Stoff, die Klarheit, bei der man sich nicht mehr scheuen kann, aus jener Verbindung die letzten Folgerungen abzuleiten, der darf nicht müde werden, auf die Einwürfe von Leuten zu antworten, die der Meinung sind, daß die Menschheit durch die neue Weltanschauung um alles Erhabene, um alles Schöne, um alle dichterische Auffassung gebracht wird. Und man darf diesen Einwurf nicht bloß von schlichten Laien erwarten, die sich hin und wieder über mangelhafte Sinne beklagen dürfen, weil sie ihre Beobachtungsgabe nicht geübt haben, sondern ebenso häufig von den Idealisten, die sich nur deshalb, im Gegensatz zu Realisten, Philosophen nennen, weil sie noch auf einem Bildungsstandpunkt stehen, der es ihnen unmöglich macht, die Erkenntniß des Stoffs und seiner Bewegungserscheinungen zu wollen.

Mit den letzteren ist nun freilich kaum zu reden, weil man den nicht belehren kann, der nicht so weit entwickelt ist, daß er lernen will. Zum Glück scheint aber die daher drohende Gefahr sehr ernstlich im Abnehmen begriffen zu sein. Und ich wüßte hierfür kein schlagenderes Zeugniß anzuführen, als eine Mittheilung Riehl's, wenn er von der gesellschaftlichen Stellung der Philosophen sagt: „Am unglücklichsten erging es „den Philosophen. Sie konnten über den engen Kreis „der Schule hinaus gar nicht zum Zusammentritt der „Genossenschaft kommen. Das sociale Interesse fiel „weg, höchstens stand, wie weiland bei den Scholasti„kern, ein wissenschaftliches Turnier in Aussicht. So „ist es denn auch geschehen, daß sich die deutschen Phi„losophen aller Farben regelmäßig bei der Versammlung „der Naturforscher oder der Germanisten oder der Phi„lologen oder der Aerzte einfanden, nur auf ihre eigne „sind sie nicht gekommen.“ [329])

Diejenigen, die ernstlich bemüht sind, dem Stoff auf seinen Wegen und Entwicklungsbahnen, der ewig vereinten Wanderung von Kräften und Stoffen zu folgen, werden allmälig erbaut von der geistigen Bedeutung, die auch dem kleinsten und unscheinbarsten Stofftheilchen einwohnt. Man hat sich oft darin gefallen, den Encyclopädisten des vorigen Jahrhunderts vorzuwerfen, daß sie den Geist zum Stoff herabgezogen hätten. Und

die Zeit liegt nicht allzufern hinter mir, in der ich mit einer gewissen philosophischen Schule wähnte, hochmüthig auf Jene hinabsehen zu dürfen, weil es eine höhere Aufgabe zu verfolgen gäbe, den Stoff zum Geist zu erheben. Aber der Unterschied war so groß nicht. Er fällt nunmehr völlig hinweg, da Kraft und Geist vom Stoffe nicht zu trennen sind.

Ist es denn unpoetisch, wenn unsre stofflichen Verrichtungen unmittelbar geadelt sind, weil auch an den allerunscheinbarsten geistige Regung und Bewegung hängt? Oder inwiefern ist es dichterischer, wenn man sich mit Rudolph Wagner einen unkörperlichen Schatten vorstellt, der am Tage der Auferstehung des Fleisches seine vermoderten Gebeine zusammensucht und das in Fäulniß übergegangene Kleid wieder anlegt [330]), als wenn man im Stoffwechsel eine ewige Macht der Verjüngung, eine immer fließende Quelle jugendkräftigen Lebens sieht? Es kommt nur darauf an, ob man sich bescheiden kann, den Stoff, der dachte und die Welt entwickelte, im Grabe ruhen zu lassen, bis ihn der Posaunenruf der Engel am jüngsten Tage weckt zur ewigen Erinnerung an persönliche Beschränktheit, oder ob man lieber den Stoff in immerwährender Bewegung weiß, aus Kohlensäure und Wasser, aus Dammsäure, Ammoniak und Salzen Blumen und Früchte auf dem Grab gedeihen, neues, schwellendes Leben auf Triften

und Fluren, eine neue Gedankenmacht in menschlichen Hirnen erwachsen sieht.

Die ersten Ringe in der Kette des Thierlebens verschlingen sich mit den Trieben jener organisirenden Schöpferkraft, welche die Pflanzen als das blühende Reich der unbewußten Dichtung erscheinen läßt. Durch die Thätigkeit des Sauerstoffs wird das Blut theilweise gebildet von dem Träger der Feuerglut, der es läutert zu dem Gewebe, dessen Stoffwechsel die Gedanken bedingt, der aber auch Hirn und Blut wieder verbrennt zu den einfachen Verbindungen, aus denen sich die knospende Pflanze verjüngt. Es ist Tod in dem Leben und Leben im Tode. Dieser Tod ist kein schwarzer, schrekkender. Denn in der Luft und im Moder schweben und ruhen die ewig schwellenden Keime der Blüthe. Wer den Tod in diesem Zusammenhang kennt, der hat des Lebens unerschöpfliche Triebkraft erfaßt und mit ihr die ganze Fülle der menschlichen Dichtung, die unwandelbar ruht auf den Marmorsäulen der Wahrheit.

Oder ist es gemein, wenn man das Ringen und Jagen der Menschen nach dem Stoff als eine Naturnothwendigkeit ansieht, in welcher der Stoff die Kraft zu liefern hat? Ist es gemein, wenn wir dem Arbeiter, der im Schweiß seines Angesichts oft nur an das Erringen des Lebensbedarfs zu denken hat, zurufen dürfen, daß er sich mit dem Brod den Stoff der edelsten Be-

wegungen verdient, deren Geschöpfe auf der Erde fähig sind? Ist es gemein, wenn man sich jedes Mahl zu einem Abendmahl verklärt, an dem wir gedankenlosen Stoff in denkende Menschen verwandeln, an dem wir also wirklich das Fleisch und Blut des Geistes genießen, um den Geist fortzutragen in alle Welttheile und in alle Zeiten durch die Kinder unserer Kinder?

Wenn die Kraft der Stoff und der Stoff die Kraft ist, dann wird es zu einer heiligen Aufgabe, den Stoff zu sparen, das heißt, ihn auf die Bahnen zu lenken und in die Verbindungen zu sammeln, in denen er auf dem kürzesten Wege die größte Wirkung entfalten kann. Und darin liegt die allmächtige Bedeutung, welche die Naturwissenschaft durch Erforschung des Stoffs in unsern Tagen erringt. Unser Prometheus lehrt die Menschen Chemie, Physik und Physiologie und verleiht ihnen dadurch die Herrschaft über die Elemente, welche aus einem durch Gedanken und Erkenntniß beherrschten Willen hervorgeht.

Liebig hat diesen Gedanken auch von seinem Standpunkt anerkannt, wenn er sagt, daß durch die Fortschritte, welche die Chemie der Entdeckung des Sauerstoffs verdankt, „der materielle Wohlstand der Staaten um „das Mehrfache erhöht worden ist, daß das Vermögen „eines jeden Einzelnen damit zugenommen hat“ [331]). „Wie in dem thierischen Körper der Stoffwechsel gemessen

„werden kann durch die Anzahl der Blutkörperchen,
„welche in einer gegebenen Zeit den Weg von dem
„Herzen zu den Kapillarien *) und von da zurück zu
„dem Herzen nehmen, so ist der Stoffwechsel im Staats=
„körper meßbar durch die Geschwindigkeit, mit welcher
„die Geldstücke von einer Hand in die andere gelangen."
„Das Geld hat die Funktionen der Sauerstoffträger im
„Staat übernommen" [332]. „Jeder Theil des ganzen
„Organismus hat ein natürliches Recht auf die freieste
„Verwendung seiner Arbeitskraft und Alle darauf, daß
„keiner den andern hemmt und hindert; das Maximum
„der Wirkung der Arbeitskraft steht im umgekehrten Ver=
„hältniß zu der Summe der zu überwindenden Wider=
„stände, je größer die Widerstände sind, desto kleiner
„ist die Wirkung" . . . . . „Darum führt der barba=
„rische Staat durch unrichtige und ungleich vertheilte
„Besteuerung ganze Bevölkerungen ihr Leben lang der
„Verhungerung entgegen, wenn sie genöthigt sind, eine
„zu große Summe ihrer eigenen Kraft zu ihrer bloßen
„Fortdauer und für Zwecke zu verwenden, durch welche
„die Kräfte aller einzelnen Theile nicht vollkommen wieder
„hergestellt werden. Darum haben die Staaten mit
„großen stehenden Heeren nur den Schein von Stärke,
„weil ein dauernder Aderlaß den besten Theil ihres Bluts

---

*) Haargefäße.

„und ihre edelsten Säfte entzieht; ihre Macht ist der „Kraft gleich, welche der Wilde im Branntweinrausche „findet; wenn der Rausch verfliegt, dann ist die Macht „mit der Kraft dahin" (Liebig).[333])

Freie und richtige Vertheilung von Kraft und Stoff, das ist das Ziel, welches alle neueren Bewegungen mehr oder minder dunkel verfolgten, eben die Vertheilung des Stoffs, welche Allen die Arbeit und durch die Arbeit ein menschenwürdiges Dasein möglich macht, weil „jeder „Theil des ganzen Organismus ein natürliches Recht „hat auf die freieste Verwendung seiner Arbeitskraft." So wahr und tiefgefühlt aber diese Worte sind, so falsch und ungerecht ist die Beschuldigung, die Liebig an einer anderen Stelle erhebt: „Die neueren socialistischen „Theorien wollen, daß kein Schatten mehr sei; wenn „aber das letzte Grashälmchen, welches Schatten wirft, „zerstört wäre, dann würde freilich überall Licht, aber „auch der Tod, wie in der Wüste Sahara's sein." [334])

Dem Leben und dem Einzelnen wäre wahrlich nicht gedient mit einer Theilung, die allen Schatten aufheben könnte, oder vielmehr eine solche Theilung wäre von allen Unmöglichkeiten die unmöglichste. So wenig zwei Menschen gleich sein können in Blut und Fleisch, in Hirn und Knochen, in der Form ihres Antlitzes und ihrem Gang, so wenig wäre eine communistische Theilung in dem Sinne, der Liebig vorschwebt, auch nur eine halbe

Stunde lang möglich. Es ist daher nicht zu fürchten, daß eine solche Theilung den Schatten aufhebt, weil aller Schatten aufgehoben sein müßte, damit die Theilung in's Werk gesetzt werden könnte. Aber eben deshalb muß man eine Beschuldigung mit Ernst und Strenge zurückweisen, die man einem allgemeinen Gedanken, einer großartigen Richtung entgegenschleudert, während sie höchstens einzelne Verirrte trifft. Der socialistischen Erkenntniß des socialen Bedürfnisses gehört, trotz der Einsprache von Dichtern, Gelehrten und ruhesüchtigen Besitzern, die werkthätige Zukunft der Welt. Und daß nicht eitler Wahn uns die Erfüllung dieser Zukunft verspricht, das ist, abgesehen von allen Rücksichten der Menschlichkeit, ganz einfach verbürgt durch die unumstößliche Thatsache, daß die Kraft dem Stoffe folgt. Darum sollte man sich hüten, das Beiwort „socialistisch" zu einem Stichwort raublustiger Unvernunft zu machen und um so mehr, wenn man sich mit Liebig zu der Einsicht erhoben hat, daß „jeder Theil des ganzen Organismus ein natür„liches Recht hat auf die freieste Verwendung seiner „Arbeitskraft."

Das Leben fordert Arbeit, die Arbeit fordert Stoff. Und es ist gewiß die allerbeste Bereicherung, die das Leben der Chemie verdankt, daß wir es täglich besser einsehen lernen, welcher Stoff zu jeder Arbeit gehört. Soll der Stoff in Gräbern und Särgen liegen, Nie=

mandem zum Vortheil und häufig der nächsten Umgebung zur Last?

Ich kann es nie und nimmermehr als eine unvermeidliche Nothwendigkeit anerkennen, wenn Liebig sagt: „Der einzig wirkliche Verlust, dem wir nach unsern Sitten nicht vorbeugen können, ist der an phosphorsauren Salzen, welche die Menschen in ihren Knochen mit in ihre Gräber nehmen" [335]. Man braucht sich nur klar zu machen, daß die Sitte ein Spiegel der Erkenntniß ist, um sich ohne übermüthige Verachtung einer Scheu, die mit gewissen Glaubenssätzen zusammenhing, berechtigt zu fühlen, mit allem Nachdruck, der dem Wissen zu Gebot steht, einer solchen Verschwendung zu widerrathen.

Phosphorsaurer Kalk ist die Knochenerde, phosphorsaure Bittererde ist Muskelerde, phosphorsaures Kali gehört zu den wichtigsten Salzen des Fleisches und der Milch, ohne einen Reichthum an phosphorsauren Salzen ist die Entstehung des Gehirns nicht möglich. Und wenn alle diese phosphorsauren Salze in wucherndem Ueberfluß in unseren Kirchhöfen aufgespeichert werden, um nur den Würmern und dem Grase zu nützen, während sie ohne Arbeit und beinahe ohne Kosten zurückgeführt werden könnten in die Kreislinie des Lebens, die immer neue Kreise zeugt von Stoff und Kraft, warum sollen wir denn der Sitte dauernder Kirchhöfe huldigen, da wir doch blutigen Opfern und Hexenprozessen entsagt haben?

Wer will über seinen phosphorsauren Kalk auch noch nach seinem Tode Herr sein, wenn er bedenkt, daß dieser phosphorsaure Kalk Veranlassung werden kann, daß seine Urenkel darben? Es ist doch wohl vernünftiger, diesen phosphorsauren Kalk durch die Pflanzen und Thiere hindurch in unsern Körper wandern zu lassen, als nur von fern die Möglichkeit zu gestatten, daß man, wie zu Paris, als es von Heinrich IV. belagert wurde, durch Hungersnoth dazu gezwungen wird, die Knochen der Todten unmittelbar beim Backen des Brodes zu verwenden.[335 a)]

Man brauchte nur jede Begräbnißstätte, nachdem sie ein Jahr lang benutzt wäre, mit einer neuen zu vertauschen, um nach sechs bis zehn Jahren[336)] einen der fruchtbarsten Aecker zu besitzen, der den Todten mehr Ehre macht als Denkmal und Grabhügel. Wie lange hat man es schon eingesehen, daß das Andenken bedeutender Menschen weit edler durch nützliche und wohlthätige Stiftungen gefeiert wird, als durch Erz und Bildsäulen! Begräbnißplätze, die nach zehn Jahren als fruchtbares Ackerland neue Menschen schaffen, wären ebenso viele Stiftungen, mit denen man nicht sowohl dem Elend abhelfen, als vielmehr dem Elend vorbeugen würde, unmittelbar durch Vermehrung des Getreides und mittelbar durch den Zuwachs an denkenden Menschen. Ganz beneidenswerth schiene mir's aber, wenn die äußeren Verhältnisse es möglich machen sollten, zu der Sitte

der Alten zurückzukehren, die unstreitig viel dichterischer war. Wenn wir unsre Todten verbrennen könnten, dann würden wir die Luft bereichern mit Kohlensäure und Ammoniak, und die Asche, welche die Werkzeuge zu neuen Getreidepflanzen, zu Thieren und Menschen enthält, würde unsre Heiden in fruchtbare Fluren verwandeln. Es kann nicht fehlen, wenn wir es auch nicht erleben sollten, das Bedürfniß der Menschen, welches der oberste Rechtsgrund und die heiligste Quelle der Sitte ist, wird einmal unsere Kirchhöfe mit gleichen Augen betrachten, wie wir das Pfund, das ein ängstlicher Bauer vergräbt, statt vom sauer erworbenen Kapitale Zinsen zu erndten. Nur die Unwissenheit ist Barbarei.

Diese Anschauung hat mehr Anstoß erregt, als ich in unserem Zeitalter erwartete, unter Anderen bei dem Senat der Heidelberger Hochschule und dessen zweideutigem Vertheidiger in der Augsburger Allgemeinen Zeitung [336 a]), von dem es heißt, er habe viele naturwissenschaftliche Bücher gelesen und geschrieben. Muß man einen Naturforscher daran erinnern, daß ganz dieselbe für heilig gehaltene Scheu Jahrhunderte lang sich den Leichenöffnungen widersetzte, und daß es doch nach und nach in Folge wachsender Einsicht dahin gekommen ist, daß in so mancher europäischen Stadt die Leichenöffnung sich gleichsam von selbst versteht? Man beruft sich auf ein natürliches Gefühl und vergißt, daß die Empfindung,

wenn auch noch so langsam, doch allmälig der Erkenntniß sich anschmiegt. Es ist nun einmal nicht zu ändern, daß in solchen Dingen die Einsicht dem Gefühle voraneilt; aber es steht zu hoffen, daß dieser Erfahrungssatz, indem er den Menschen immer geläufiger werden muß, die aufrichtigen und unaufrichtigen Verketzerungen in immer engere Schranken zurückweisen wird. Und ließe sich nicht für unseren Fall vielleicht die Behauptung vertheidigen, daß bisweilen die Wärme, mit welcher das Andenken der Verstorbenen im Leben gepflegt wird, um so inniger ist, je weniger man mit prangenden Denkmälern seine Klagen der Oeffentlichkeit preisgab? Wir ehren die Todten und geben von unserer Liebe Zeugniß durch die Erfüllung der Pflichten, die sie uns hinterlassen, und diese Pflichten erinnern uns an das Göthe'sche Wort: „Gedenke zu leben." — „Schreitet, schreitet ins Leben zurück! Nehmt den heiligen Ernst mit hinaus, denn der Ernst, der heilige, macht allein das Leben zur Ewigkeit." Mit diesen Worten schließt der Weiseste unserer Dichter Mignon's erhebende Todtenfeier.

Um aber einzusehen, wie schwere Rechte hier das Leben geltend macht, will ich auf eine Stelle Liebig's aufmerksam machen, in der es heißt: „Ich habe, wie „viele vor mir, die Erfahrung gemacht, daß die Frucht„barmachung eines an sich unfruchtbaren Bodens, wenn „dessen Unfruchtbarkeit von dem Mangel an wirksamen

„Bestandtheilen und nicht von einer ungeeigneten phy-
„sikalischen Beschaffenheit herrührt, zu Ausgaben nöthigt,
„welche mehr betragen, als man für den Ankauf des
„fruchtbarsten Feldes zu machen hätte.“ Und etwas
weiter: „Es scheint, daß in vielen Fällen die Haupt-
„wirkung des Düngers auf unsern Feldern darin besteht,
„daß in Folge der reichlicheren Nahrung in der oberen
„Kruste des Feldes die Pflanzen während der ersten Zeit
„ihrer Entwicklung die zehnfache, vielleicht hundert- und
„tausendfache Anzahl von Wurzelfasern treiben, die sie
„in dem magern Boden getrieben haben würden, und
„daß ihr späteres Wachsthum im Verhältniß zu der
„Anzahl dieser Organe steht, durch die sie befähigt wer-
„den, den minder reichlichen Nahrungsstoff in den tieferen
„Schichten aufzusuchen und sich anzueignen, und es er-
„klärt sich vielleicht hieraus, warum eine im Verhältniß
„zu der im Boden enthaltenen kleinen Menge von Am-
„moniak, von Alkalien und phosphorsauren Erden die
„Fruchtbarkeit in so hohem Grade erhöht“ [337]). Und
doch verscharren wir täglich Alkalien, Erden, Phosphor-
säure in unsren Kirchhöfen, die phosphorsauren Salze,
welche mit so unerschütterlichem Rechte als die wichtigsten
Gewebebildner in dem Samen von Weizen und Erbsen
und in dem Leib von Thieren und Menschen bezeichnet
werden.

Nur glaube man nicht, daß es immer gespart ist,

wenn man den in ewigem Kreislauf begriffenen Stoff unmittelbar dem Menschen einverleibt. Schon vor längerer Zeit haben Boussingault und Payen gelehrt, und neuerdings ist es von Millon, von Donders und Harting bestätigt worden, daß die Kleie des Mehls mehr Kleber, das heißt mehr ungelöstes Pflanzeneiweiß und Pflanzenleim, mehr Fett enthält, als das Mehl selbst [338]. Und Millon hat daraus abgeleitet, daß es ein Verlust sei, wenn man die Kleie nicht immer mit dem Brod vermischt und sie als Abfall den Thieren zuwirft. Millon glaubt sogar, daß man durch stete Verbindung der Kleie mit dem Brod Frankreich um viele Millionen Hektolitres eines vortrefflichen Nahrungsmittels bereichern könnte, und dies ohne irgend einen anderen Schaden, ohne Unkosten. Liebig scheint sich der Ansicht Millon's anzuschließen, wenn er sagt: „Alle (diese) „Hülfsmittel, um in Hungerjahren die Noth der ärmeren „Klassen zu lindern, sind nur lokaler Natur und machen „für die Bewohner eines großen Landes im Verhältniß „zum Verbrauch nur wenig aus; es giebt nur ein nach„haltiges Mittel für die weitesten Kreise, was darin „besteht, daß das feingemahlene Korn ungebeutelt, d. h. „das Mehl mit der Kleie zu Brod verbacken und der ganze „im Korn vorhandene Nahrungsstoff dem Menschen zu„gewendet wird." [339])

Von dem einseitigen Standpunkt des Chemikers ist

diese Ansicht gewiß berechtigt. Es ist unbestritten, daß die Kleie mehr eiweißartigen Stoff, mehr Fett und mehr Salze enthält als gebeuteltes Mehl. Auch Kekulé hat wenigstens für das Fett und die Salze Zahlen gefunden, die mit den Angaben Millon's sehr nahe übereinstimmen [340]. Und ich kann durchaus nicht mit Péligot zugeben, daß der Zusatz der Kleie eben wegen des reichlichen Fettgehalts bei der Bereitung des Brodes nachtheilig wäre, indem daraus ein minder schön aussehendes Brod hervorginge [341]. Denn das Aussehen des Brodes kann keinen wesentlichen Nachtheil bedingen.

Aber von Seiten des Lebens läßt sich gegen die stete Vermischung der Kleie mit dem Mehl oder richtiger gegen den alleinigen Gebrauch von ungebeuteltem Mehl ein sehr wichtiger Einwurf erheben; Brod, das aus ungebeuteltem Mehl gebacken ist, wird wegen seines größeren Gehalts an beinahe unlöslichem Zellstoff nur von kräftigen Verdauungswerkzeugen gehörig verdaut. Der Zellstoff geht ungelöst mit dem Koth ab und, was schlimmer ist, bei reizbaren Menschen, bei Frauen, Kindern, Greisen, zumal in den weniger kräftigen Ständen, erzeugt der Reiz, den der Zellstoff auf die Schleimhaut des Darms ausübt, sehr leicht Durchfall. Es ist also erstlich die ausnahmslose Benützung des ungebeutelten Mehls keineswegs frei von allem Schaden.

Nun ist es aber zweitens gar kein Ersparniß, wenn

man einen für Menschen schwerer verdaulichen Stoff den Thieren entzieht, um ihn nur den Menschen darzureichen. Und es ist durchaus ungerechtfertigt, wenn Millon behauptet, daß er durch die Kleie Frankreich bereichern könne, ohne alle Kosten des Ackerbaues und ohne einer andern Frucht auch nur einen Zoll breit des Bodens zu rauben. Wenn wir die Kleie als Abfall den Thieren reichen, dann wird kein Gran des Stoffs vergeudet, im Gegentheil, wir überweisen nur den Thieren eine Thätigkeit, die den schwerer verdaulichen Kleber in Eiweiß und Faserstoff des Bluts, den für Menschen beinahe ganz unverdaulichen Zellstoff in Fett verwandelt. Wir erhalten den Stoff als Fleisch und Milch mit Zinsen zurück, indem wir uns eine Arbeit ersparen, die viel nützlicher nach einer anderen Seite hin gerichtet wird. Durch Eiweiß, Faserstoff und Fett wird der Arm unmittelbar gestählt und das Hirn gekräftigt. Wir setzen unmittelbar in Händearbeit und Gedanken um, was sonst bei der Verdauung noch einen langen Aufwand an Kraft erfordern würde. Giebt man den schwachen Verdauungswerkzeugen der Greise Kleienbrod, dann spart man ebenso wenig, wie wenn man dem Menschen unmittelbar Kohlensäure, Ammoniak und Wasser reichen wollte, statt sie von den Pflanzen erst in Eiweiß, Zucker und Fett verwandeln zu lassen. Die schwache Verdauung des Greises ist ebenso wenig im Stande die Kleie, wie

Kohlensäure, Ammoniak und Wasser zur Blutbildung zu verwenden.

Entzieht man den Thieren den Theil der Kleie, der ihnen gewöhnlich zugewiesen wird, dann sind wir unmittelbar genöthigt, nützlichen Feldfrüchten den Boden zu rauben, und zwar schlimm genug dem Weizen selbst. Denn das Gewicht an Nahrungsstoff, das in der Kleie dem Thier verloren geht, müssen wir durch andere Futterkräuter ersetzen. Ich frage aber, ob es ein Vortheil ist, wenn wir den Ertrag des Weizens vermindern müssen, um mehr Raum für Futterkräuter zu gewinnen, und ob wir nicht viel besser auf Einem Felde Getreidesamen ziehen, die im gebeutelten Mehl den Menschen mit einem ausgezeichneten Nahrungsmittel versorgen, während der Abfall, die Kleie, den Thieren und durch diese in der allervortheilhaftesten Weise mittelbar den Menschen zu Gute kommt?

Für Zeiten der Noth muß sich das Urtheil anders gestalten, und man kann Liebig nur beistimmen, wenn er sagt: „Als Zusatz zum Mehl hat die Kleie in Zeiten „des Mangels einen weit höheren Werth und ist durch „keinen anderen Nahrungsstoff ersetzbar“ [342]. Die Noth lehrt beten. In Zeiten, in welchen der Erzeugung und der Benützung von Vorräthen kein Hinderniß im Wege steht, wäre es durchaus verwerflich, wenn man nach Millon's Vorschlag nur Kleienbrod backen wollte.

Weil die Kartoffeln zehn bis zwanzigmal mehr Fettbildner als Eiweiß enthalten, während das Blut mindestens fünfunddreißigmal soviel Eiweiß als Fett enthält, weil die Kartoffeln kaum ein Fünfzehntel der Menge des Eiweißes führen, die im Blute regelmäßig vorkommt, ist der in neuerer Zeit so häufig vorkommende Ausfall der Kartoffelerndte nicht so schwer zu beklagen, wenn man statt der Kartoffeln vernünftig gewählte Stellvertreter baut.

Die Chinesen, Malayen, Perser, Araber und Aegypter genießen statt ihrer den Reis, die Bewohner der warmen Gegenden Amerikas, der Neger auf Surinam z. B., die Bananen, die Früchte des Bananen-Pisangs, Musa paradisiaca und Musa sapientum. Der Reis enthält zwar etwas mehr Eiweiß als die Kartoffeln, das Mehl der Bananen dagegen beträchtlich weniger (Mulder). In beiden, in Reis und Pisangfrüchten herrschen die Fettbildner über das Eiweiß in ungeheurem Maaße vor; sie enthalten Eiweiß oder eiweißähnliche Körper in so geringer Menge, daß wir es nicht bedauern dürfen, wenn wir dem Armen die Kartoffeln durch jene tropischen Erzeugnisse nicht ersetzen können. Französische Reisende haben vor Kurzem andere Pflanzen als Stellvertreter der Kartoffeln empfohlen. Verreaux lobt die Knollen eines trüffelartigen Gewächses, die im Innern von Afrika unter dem Namen native

bread bekannt sind. Bosc sah in Carolina, Trécul in Missouri die Wurzeln von Glycine Apios oder Apios tuberosa als Kartoffeln genießen. Man hat diese Wurzeln nach Frankreich übergepflanzt. Payen fand ihre Zusammensetzung den Kartoffeln höchst ähnlich; nur ist die neue Wurzel beinahe dreimal so reich an eiweißartigen Stoffen als die Kartoffeln [343]). Noch reicher an Eiweiß fand Mulder die Knollen von Ullico tuberosus, einer Pflanze, die man in Holland und anderwärts statt der Kartoffeln zu bauen versucht hat [344]). Und aus ähnlichen Gründen empfiehlt Decaisne die chinesische Batate (Dioscorea Batatas), in welcher Fremy einen klebrigen Eiweißkörper vorfand, der das Mehl dieser Wurzel zum Brodbacken verwendbar machen könnte [344 a]). Aber diese Thatsachen können nur beweisen, daß es bessere Nahrungsmittel giebt, als die Kartoffeln.

Zu suchen braucht man diese besseren Nahrungsmittel wahrhaftig nicht, viel weniger kostbare Reisen zu dem Zweck zu unternehmen und mühsam neue Pflanzungen einzuführen. Blühen doch Erbsen, Bohnen und Linsen vor unsren Augen. Erbsen, Bohnen und Linsen enthalten annähernd so viel Eiweiß (Erbsenstoff) wie unser Blut, sie enthalten zwei bis dreimal so viel Fettbildner als Erbsenstoff und die Blutsalze in reichlicher Menge. Trotz dem höheren Preise und der kostspieligeren Bereitung

sind Erbsen, Bohnen und Linsen billiger als Kartoffeln. Sie sind im Stande, gut gemischtes Blut zu erzeugen, Hirn und Muskeln zu kräftigen. Kartoffeln können dies nicht. Erbsen, Bohnen und Linsen werden durch ihre Nahrhaftigkeit um so viel billiger als Kartoffeln, wie Eisen billiger ist als Holz, wenn es sich um Schienen für unsere Dampfwagen handelt. Erbsen, Bohnen und Linsen geben Kraft zur Arbeit, sie verdienen sich selbst, während eine anhaltende Kartoffeldiät unfehlbar Schwäche und Siechthum nach sich zieht. Wer vierzehn Tage im wörtlichsten Sinne von nichts als Kartoffeln lebt, wird nicht mehr im Stande sein, sich seine Kartoffeln selbst zu verdienen.

In neuerer Zeit ist oft von Sparmitteln die Rede in dem Sinne, daß gewisse Speisen oder Getränke, ohne daß sie selbst das Blut mit seinen wesentlichen Bestandtheilen versorgen, zu magerer Diät befähigen sollen, indem sie die Menge der Ausscheidungen verringern. So behauptet Gasparin, daß die Minenarbeiter zu Charleroi in Belgien nur etwa zwei Drittel von dem Gewicht, welches sonst ein erwachsener Mann an Eiweißkörpern zu sich nimmt, genießen. Diese Arbeiter sollen aber sehr viel Kaffee trinken, und nach Böcker's Versuchen werde in Folge des Kaffeegenusses viel weniger Harnstoff ausgeschieden. „Wir wissen überhaupt", sagt Gasparin, „wie mäßig die Völker sind, die viel

„Kaffee trinken. Die erstaunlichen Fasten der Kara„vanen, die karge Diät der Araber unterstützen mit dem „Ansehen alter Erfahrung die Wirkungen, welche man „jenem Getränke zuschreiben kann; und die Austheilung „von Kaffee an unsre Truppen auf den ermüdenden Feld„zügen Algeriens wird als eines der besten Mittel be„trachtet, um zu den Strapatzen des Kriegs zu be„fähigen." Abbadie ist schon gegen die von Gasparin aus einseitiger Beobachtung gemachten Folgerungen aufgetreten. Nach Abbadie ertragen die Wahabis, die Protestanten des Islam, die aus religiöser Ueberzeugung keinen Kaffee genießen, ihre Fasten ebenso leicht, wie diejenigen Muselmänner, welche Kaffee trinken. In Abyssinien aber, wo die Mohammedaner täglich wiederholt Kaffee zu sich nehmen, sollen diesen die Fasten beschwerlicher sein als den Christen [345]). Obgleich nun allerdings die Angabe Böcker's durch zahlreiche Versuche von Julius Lehmann [346]) bestätigt worden ist, kann man dennoch den Kaffee wohl als ein Sparmittel der Gewebe, nicht aber als ein Sparmittel für den Beutel betrachten. Sparmittel für den Beutel sind überhaupt nur nahrhafte Nahrungsmittel, d. h. solche Speisen und Getränke, die in richtigem Verhältniß dem Blute seine wesentlichen Bestandtheile zuführen. [347])

Daher erweist es sich als Klugheit für den Arbeitgeber und als ein Recht des Arbeiters, daß in der

Nahrung Fleisch und gutes Brod nicht fehlen. Während die Arbeiter in den Schmieden des Departements Tarn mit Pflanzenkost ernährt wurden, verloren sie durchschnittlich fünfzehn Tage des Jahrs durch Hunger und Krankheit. Als im Jahr 1833 durch Talabot Fleisch als ein wesentlicher Theil der Nahrung eingeführt wurde, verbesserte sich der Gesundheitszustand in dem Grade, daß jeder Arbeiter, statt fünfzehn, im Durchschnitt nur noch drei Tage im Jahr für die Arbeit verlor. Jeder Arbeiter gewann demnach zwölf Tage im Jahre, was für Millionen Arbeiter einen unermeßlichen Gewinn herausstellt.[348])

Es verdient deshalb die dankbarste Anerkennung, daß Liebig durch seine schönen Untersuchungen über das Fleisch die Aufmerksamkeit aller Menschenfreunde in so nachdrücklicher Weise der von Parmentier und Proust empfohlenen Bereitung eines guten Fleischauszuges zugewendet hat. Durch Bereitung des Fleischauszuges wird es möglich, einen Theil der Vorzüge des Fleisches auch da zugänglich zu machen, wo der Preis des Fleisches veranlaßt, daß der Arbeiter sich dasselbe durch Branntwein zu ersetzen sucht. „In Podolien, in Buenos „Ayres, in Mexico, in Australien, in vielen Gegenden „der vereinigten Staaten Nordamerikas, wo das Rind„fleisch oder das Fleisch von Schaafen kaum einen Werth „besitzt, ließen sich mit den einfachsten Mitteln die

„größten Quantitäten des besten Fleischertractes sam-
„meln, dessen Zufuhr für die kartoffelessende Bevölke-
„rung Europas vielleicht eine ganz besondere Bedeutung
„gewinnen dürfte" (Liebig). James King schreibt
an Liebig, daß in Neu-Süd-Wales das allerbeste
Ochsenfleisch nicht über anderthalb Kreuzer das Pfund
kostet. Das Fleisch wird dort zur Gewinnung des Fetts
ausgekocht; der nahrhafte Theil des Fleisches wird als
Abfall weggeworfen.[349])

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren
Kuchen von gallertig eingekochter Fleischbrühe bei der
englischen Seemacht ein sehr gebräuchlicher und ständiger
Artikel. Ein bis zwei Loth dieser Gallertkuchen, die
vorzugsweise aus frischem Fleisch, besonders aus Rind-
fleisch gewonnen waren, wurden in Wasser oder in Erbsen-
suppe zerlassen, auch wohl zum Frühstück mit Weizen-
graupen oder Habermehl vermischt; sie gaben für eine
Person ein kräftiges Gericht[350]). In Texas, wo das
Fleisch gleichfalls sehr billig ist, hat Gail Borden
in der allerneuesten Zeit eine Fabrik von Fleischzwieback
errichtet. Das Fleisch wird längere Zeit gekocht, die
erhaltene Flüssigkeit gehörig eingedampft, dann mit
Weizenmehl vermischt zu einem Teig verarbeitet, der in
Zwiebackform geschnitten und bei mäßiger Hitze gebacken
wird. Nach den bisherigen Erfahrungen hält sich der
Fleischzwieback achtzehn Monate unversehrt, und höchst

wahrscheinlich viel länger. Man hat denselben um das Kap Horn und durch die Ebene nach Californien versandt, und er kam gut erhalten zurück [351]). Offenbar liegt hier ein Nahrungsmittel vor, das in hohem Grade die Vortheile von Fleisch und Brod in sich vereinigt. Die eingedickte Fleischbrühe enthält die in Wasser löslichen Stoffe des Fleisches, namentlich die Salze, ferner etwas Leim und Oxyde der eiweißartigen Körper, die beim Kochen des Eiweißes und der Fleischfaser entstehen und auch im Blute vorkommen. Denn es ist unrichtig, wenn Liebig schreibt: „Keiner von allen organischen „Bestandtheilen der Fleischbrühe macht, soweit die gegen„wärtigen Untersuchungen reichen, einen Bestandtheil „der Blutflüssigkeit aus" [352]). Da jedoch in der Fleischbrühe die Menge des eiweißartigen Stoffs verhältnißmäßig gering ist, so werden die Vorzüge ihrer anorganischen und schmackhaften Bestandtheile durch den eiweißähnlichen Kleber des Weizenmehls in vortrefflicher Weise ergänzt. Es steht zu hoffen, daß das Beispiel jener Fabrik in Texas bald auch an anderen Stellen in Amerika und namentlich in Australien Nachahmung finden wird.

Man hat es von jeher als einen Vortheil betrachtet, wenn ein Volk, das einem anderen Lebensbedürfnisse abkaufen muß, statt mit Geld, mit Naturerzeugnissen zu bezahlen im Stande ist. Bedenkt man, daß jeder Mensch

aus seinem Körper täglich so viel, und gerade die Grundstoffe entfernt, die er in gleicher Art und Menge, nur in anderer Verbindung, in vierundzwanzig Stunden der Außenwelt entnehmen muß, so ist es klar, daß die Wissenschaft noch Unermeßliches zu leisten im Stande ist, um der Armuth durch richtige Vertheilung des Stoffes vorzubeugen. Es gilt nur den Stoff, der bei hundert und tausend Gelegenheiten als Abfall zwar nicht verloren geht, aber sich auf Umwege verirrt, in der vortheilhaftesten Weise zu sammeln und auf dem kürzesten Wege dahin zu lenken, wo er die mächtigste Wirkung zu entfalten vermag. Kein Jahr verstreicht, das nicht in dieser Richtung durch neue Forschungen bedeutende Fortschritte brächte.

So haben wir erst vor Kurzem von Chevandier gelernt, daß ein Gemenge von Kalk und Schwefelcalcium auf Wald und Wiesen den vortheilhaftesten Einfluß übt. Jenes Gemenge fällt bei der Fabrikation von Kali- und Natronsalzen durch Zersetzung schwefelsaurer Salze ab, und der Abfall, der sich in wahren Hügeln aufthürmt, wird in Marseille zum Beispiel an den Seestrand geworfen, wo er das Wasser verdirbt. Durch Benützung dieses Düngers könnten nicht nur an Ort und Stelle Wiesen und Waldungen gewinnen, sondern er könnte noch überdies zu einem vortheilhaften Handelsgegenstand werden, da die Beförderung über's Meer so wenig

kostet. Wie Marseille, so sind auch Liverpool, Glasgow und Newcastle durch ihre großartigen Sodafabriken bekannt. [353])

In dieser zeitgemäßen Ausbeutung des Wissens für das Leben liegt unstreitig eine der mächtigsten Stützen, die man der Sittlichkeit gewähren kann. Für unsere Bildungszustände muß die Achtung vor dem Eigenthum in umgekehrtem Verhältniß stehen zu dem Bedürfniß, das den Einzelnen zum Stehlen treibt. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit den Nutzen bezeichnet, den die Nordländer vom Branntwein haben, der ihnen unmittelbar durch seine Verbrennung und mittelbar durch Ersparung des Fetts zur Wärmequelle wird. Ist es da nicht ein merkwürdiger Zug, daß der Kamtschadale, der doch sonst zum Stehlen nicht geneigt ist, Branntwein stiehlt und nachher das offenherzige Geständniß ablegt, er habe nicht anders gekonnt, während man den Hottentotten, die nach Kolben Wein und Branntwein bei der Niederlassung der Holländer am Kap ganz ungemein liebten, geistige Getränke ruhig anvertrauen konnte? [354])

Theilungen, die darauf ausgehen sollten, alle Unterschiede auszugleichen, sind Unsinn und Thorheit, weil sie nach der innersten Natur des Menschen unmöglich sind. Und was dieser Natur widerspricht, ist selbstverständlich auch im Streit mit den werkthätigen Forderungen des Staats. Aber auch eine vernünftigere Theilung des Be-

sitzes, bei der es dem Einen nicht verwehrt ist, sich nähren und reinigen zu können, wenn er nur arbeiten will, während der Andere vielleicht gerade an seinem Ueberfluß darbt, ist wohl nur sehr allmälig durch Veränderungen in den Erbschaftsverhältnissen anzubahnen, zu denen uns die besonnenen Amerikaner nach Fröbel's Berichten schon lehrreiche Beispiele geben. Der Forschung aber ist eine ganz unmittelbare Einwirkung möglich gemacht, wenn sie den Muth besitzt, der ihr eigentlich nicht fehlen kann, ihre Einsicht im Leben geltend zu machen.

Unmittelbar ist die Armuth nur ein Mangel an Stoff, der sich mittelbar ausspricht in dem Mangel an Geld. Ja, der Mangel an Geld wird in gewissem Sinne Nebensache. Denn das ist die großartigste Folgerung, die wir aus der Unsterblichkeit des Stoffs und dem ewigen Kreislauf des an Stoff gebundenen Lebens abzuleiten haben, daß es an Stoff nicht fehlen kann, um Pflanzen, Thiere, Menschen zu erhalten.

Die Erde ist überreich an den anorganischen Stoffen, die wir als die Werkzeuge der Organisirung der Materie nicht entbehren können. Die Menge der Knochenerde und des Knorpelsalzes, der Muskelsalze und des Haarmetalls, die Menge der Phosphorsäure in unserer Erdrinde ist so groß, daß gewiß noch mehr als doppelt so viel übrig bleiben würde, wenn aller Stickstoff, aller Kohlenstoff und Wasserstoff organische Mischung und dadurch or-

ganisirte Formen angenommen hätten. Weil aber jedes Thier eine Quelle von Pflanzennahrung ist und jede Pflanze die Blutbildner der Thiere enthält, so ist es klar, daß weder die Pflanzen die Thiere, noch diese jene verdrängen können.

Ist es nicht eine ganz nothwendige Folgerung, daß die Wissenschaft einmal dahin kommen muß, eine Vertheilung des Stoffs zu lehren, bei welcher Armuth in dem Sinne eines unbefriedigten Bedürfnisses unmöglich wird? Die Salze sind in überreichlicher Menge gegeben. Wir brauchen sie nur aus dem Eingeweid der Erde hervorzuwühlen, das ganze Adern von Knochenstein enthält. Die organischen Verbindungen, Eiweiß, Fett und Zucker sind ewig, weil sie die Pflanze aus einfachen Verbindungen bereitet, die selbst ewig sind, indem das Thier Eiweiß, Fett und Zucker nur verzehrt, um sie in der Gestalt von Ammoniak, von Kohlensäure und Wasser der Pflanzenwelt neu darzubieten.

Darum ist es auch der Forscher heiligste Pflicht, daß sie Aecker und Aecker, Blut und Blut, Steine, Pflanzen, Thiere zerlegen, um die Verhältnisse der Vertheilung immer richtiger würdigen zu lernen. Nichts darf uns entmuthigen, nichts kann uns entmuthigen auf der Bahn, die uns als Wegweiser und Meilenzeiger überall Belohnungen hinstellt, die uns nicht verdunkelt werden können, nicht durch den Zweifel der Unthätigen, nicht durch das Achselzucken der gläubigen Schwärmer, die sich einbilden,

daß sie die Kraft vom Stoffe trennen können, nicht durch die Ungeduld der Goldmacher, die das Ziel vor dem Wege finden wollen. Richtige Vertheilung des Stoffs, die müsset Ihr lehren! So ruft mit Recht der Landwirth, so ruft der Arzt, so ruft der Staatsmann, so ruft der Arme, wenn er Einsicht hat in die Ursachen seines Entbehrens, seiner Leiden. Die Naturforscher sind die thätigsten Bearbeiter der socialen Frage, die sich durch Waffen in der Hand wohl als Bedürfniß kundgeben, als offene Frage verrathen, aber nie und nimmermehr wird beantworten lassen. Ihre Lösung liegt in der Hand des Naturforschers, die von der Erfahrung der Sinne mit Sicherheit geleitet wird. Am Baum der Erkenntniß wächst das Bedürfniß, aber in dem Bedürfniß keimt die Macht, die es befriedigt. Das Wissen ist die unüberwindlichste Macht, es ist die Macht des Friedens. Erkenntniß ist nicht bloß der höchste Preis, sie ist auch die breiteste Grundlage eines menschenwürdigen Lebens.

Anmerkungen.

1) Liebig, chemische Briefe, Heidelberg 1851, S. 28.
2) Vgl. ebendaselbst S. 703.
3) Ebendaselbst S. 400.
4) Ebendaselbst S. 618.
5) Ebendaselbst S. 28.
6) Ebendaselbst S. 31.
7) Ebendaselbst S. 26.
8) Ebendaselbst S. 31.
9) Ebendaselbst S. 29.
10) Ebendaselbst S. 646.
11) Ebendaselbst S. 482.
12) Ebendaselbst S. 71.
13) Vgl. Karl Snell, Newton und die mechanische Naturwissenschaft, Dresden und Leipzig 1843, S. 21, 49, oder lieber das ganze Büchlein, das Jeder gelesen haben sollte, der in einer Hauptrichtung der heutigen Weltanschauung Bescheid wissen will.

14) „Die Einsicht in jene Statik und Dynamik, zu der „wir auf dem Wege des bloßen Stechens und Schneidens, „des Aetzens, Brennens und Unterbindens gelangen konnten, „verhält sich zu der, die uns der elektrische Strom zu gewähren „vermag, etwa wie die Kenntniß von dem Wesen des Kry„stalles, die sich aus dem Bloßlegen seiner Spaltungsdurch„gänge ergiebt, zu dem Abgrunde der feinsten Beziehungen,

„die uns das unendlich zarte Tasten mittelst schwingender „Aetherteilchen enthüllt.“ Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität, Berlin 1848, Bd. I, S. 407.

15) So zum Beispiel das saure äpfelsaure Ammoniak, das man aus dem Asparagin gewinnen kann, und das saure äpfelsaure Ammoniak, welches Dessaignes aus saurem fumarsaurem Ammoniak bereiten lehrte. Beide Verbindungen krystallisiren in dem System des geraden Prisma mit rhombischer Basis, aber die erstere lenkt den polarisirten Lichtstrahl ab, die letztere nicht. Pasteur in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 218, 219.

16) Du Bois-Reymond, a. a. O., Bd. II, S. 512.

17) Jac. Moleschott, Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren, Erlangen 1851, Einleitung S. XII.

18) Liebig, chemische Briefe, S. 32.

18a) Ebendaselbst S. 62.

19) Georg Forster, ein Blick in das Ganze der Natur; sämmtliche Schriften, Bd. IV, S. 314.

20) James, Müller und Blake haben vor einigen Jahren unter Will's Leitung Fluor in der Gerste nachgewiesen, Wilson fand es im Blut und in der Milch. Froriep's Notizen, 1850, Nro. 215.

21) Vgl. meinen Aufsatz „Nahrungsmittel“ in der „Gegenwart“ von Brockhaus, 1852, zu dem ich mich hier als Verfasser bekenne, um manche Aehnlichkeit der Ansichten und Namen zu erklären.

22) G. Rose in Erdmann's Journal für praktische Chemie, Bd. LIII, S. 150; vgl. auch Bromeis in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXIX, S. 6, 7.

23) Pistia Stratiotes L.; s. Forster's sämmtliche Schriften, Bd. V, S. 349.

24) Liebig, Untersuchungen über einige Ursachen der Säftebewegung, Braunschweig 1848, S. 60—80.

25) Liebig, chemische Briefe, S. 640, 641.

26) Ebendaselbst, S. 638—640.

27) Nahrungssaft läßt sich aus den Geweben bisher nicht rein gewinnen. Mit Nahrungssaft dürfen wir aber die sogenannten Durchschwitzungen vergleichen, die sich in Höhlen des Körpers ansammeln, so z. B. die Gelenkflüssigkeit. Letztere hat Frerichs (Rud. Wagner, Handwörterbuch der Physiologie, Bd. III, S. 467) untersucht. Ich habe aus seinen Zahlen die Durchschnittswerthe berechnet und diese, ebenso wie die nach älteren Untersuchungen bekannten Verhältnisse der Blutbestandtheile, auf runde Ausdrücke gebracht. Dann findet man

	in 1000 Theilen Blut	in 1000 Theilen Gelenkflüssigkeit
Wasser	789	962
Eiweiß	204	26
Salze	5	11
Fett	2	1.

Eine einfache Vergleichung dieser Zahlen reicht hin, um zu beweisen, daß die Austrittsgeschwindigkeit der Salze größer ist als die des Wassers, die des Wassers größer als die des Fetts und endlich die des Fetts größer als die des Eiweißes.

28) Jac. Moleschott, Physiologie der Nahrungsmittel, ein Handbuch der Diätetik, Darmstadt 1850, S. 150.

29) Alexander von Humboldt, Ansichten der Natur, Stuttgart und Tübingen 1849, 3. Auflage, Bd. II, S. 311.

30) Forster's sämmtliche Schriften, Bd. V, S. 351.

31) Die neuesten Untersuchungen von Aderholdt (Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXXII, S. 117 und 118) und Ritthausen (Journal für praktische Chemie von Erdmann und Werther, Bd. LVIII, S. 133—135), der seine früheren Angaben berichtigte, lehren übereinstimmend, daß verschiedene Lycopodiumarten eine ansehnliche Menge Thonerde enthalten. Vgl. ferner Payen, Comptes rendus XXXVIII, p. 243, 244; Bellingrodt in dem Journal für praktische Chemie, Bd. LXI, S. 319, 320; Daubeny, Journal de pharmacie et de chimie, 3e série, XXI, p. 437; Röthe

in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVII, S. 118—120; Chatin, C. r. XXXVIII, p. 270—272.

31[a]) Röthe in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XC, S. 255.

32) So führt Stratiotes aloides in 100 Gewichtstheilen Asche 14,35 Bittererde und nur 10,73 Kalk. Schulz-Fleeth in Poggendorff's Annalen, Band LXXXIV, Seite 98, 100, 101.

33) Stein in dem Journal für praktische Chemie, Bd. LI, S. 305—309, und Bd. LIII, S. 41—43. „Durch bloßes Auskochen der Stoffe mit Wasser", sagt Stein, „ist es mir nie gelungen, das Arsenik auszuziehen, auch die sauren und alkalischen Waschflüssigkeiten der Baumwolle enthalten dasselbe nicht, und dies bestärkt mich in der Ansicht, daß es als Element sich den Elementen der Cellulose (des Zellstoffs) beigemengt finde." A. a. O. S. 43.

34) Grün und reich an Kali waren Typha angustifolia, Nymphaea lutea, Stratiotes aloides, Arundo phragmitis; braun und reich an Natron Scirpus lacustris, Nymphaea alba, Hottonia palustris. Schultz-Fleeth, a. a. O. S. 101.

35) E. Wolff, Journal für praktische Chemie, Bd. LII, S. 108, 109, 117. Vgl. Garreau in den Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XV, p. 28, 31.

36) Cloëz et Gratiolet, Journ. de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 42; Erdmann's Journal Bd. LIII, S. 203, 204.

37) Bromeis in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXIX, S. 1 u. folg.

39) Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels, Erlangen 1851, S. 99.

39[a]) Malaguti in den Comptes rendus, t. XXXIV, p. 112—114.

40) Glyciphila erythrospora und G. elaeospora, Mon-

tagne; vgl. die im Oktober 1851 von Payen gemachte Mittheilung in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 393—397.

41) Liebig, chemische Briefe, S. 240, 672, 682.

42) Ebendaselbst S. 661 „im Sinne der jetzt verlassenen „Humustheorie."

43) Ebendaselbst S. 630.

44) Ebendaselbst S. 661.

45) Liebig's Agriculturchemie, sechste Auflage, Braunschweig 1846, S. 13.

46) Liebig, chemische Briefe, S. 683.

47) Ebendaselbst S. 683; vgl. S. 680, 681.

48) Hugo Mohl in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, die vegetabilische Zelle, S. 237.

49) Liebig, chemische Briefe, S. 689; vgl. S. 637, 661, 678, 679, 685, 703, 704.

50) Ebendaselbst S. 677—679.

51) Ebendaselbst S. 662.

52) Ebendaselbst S. 184.

53) Luck in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXVIII, S. 86.

54) Vgl. Robin, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 38.

55) Fleischmann in Froriep's Tagesberichten, 1851, September, Nro. 373, S. 212, 213.

56) Chatin, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 243.

57) Berthier, Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXIII, p. 259.

58) Boussingault, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 425.

58a) Heyer in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXII, S. 188.

59) Salm-Horstmar in Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 335.

60) Salm-Horstmar, ebendaselbst S. 32.

61) Emil Wolff in Erdmann's Journal, Bd. LI, S. 55.

62) Isidore Pierre in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXX, p. 429.

62[a]) Isidore Pierre in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXVI, p. 60, 61.

63) Emil Wolff, Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 73.

64) Jacquelain in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 305, 306.

65) Schultz-Fleeth in Poggendorff's Annalen, Bd. LXXXIV, S. 94.

66) Liebig, chemische Briefe, S. 692.

67) Mène in den Comptes rendus, t. XXXI, p. 803, 804.

67[a]) Chevandier und Salvétat, Annales de chimie et de physique, 3e série, XXXIV, p. 320.

68) „De gras-etende dieren gebruiken dus soortgelijk voedsel als de vleeschetende: zij gebruiken beiden eiwitstoffe, de eene van de planten, de andere van de dieren; beide zijn zij dezelfde eiwitstoffe." Mulder in Natuur- en scheikundig archief, uitgegeven door Mulder en Wenckebach. Leyden 1838, p. 128.

69) Cloëz und Gratiolet haben in der von Potamogeton in stickstofffreiem Wasser entwickelten Luft 57,50 Procent Stickstoff gefunden. Dabei verminderte sich der Stickstoffgehalt von 5,23 in hundert Theilen der trocknen Pflanze auf 3,74. Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 42, 43. Schon früher haben de Saussure und Draper auf die Stickstoffentwicklung der Pflanzen aufmerksam gemacht. Draper faßt dieselbe bestimmt als Ausscheidung. Ad. und W. Knop fanden neulich, daß eine Myriophyllum-Art in zehn Stunden einen größeren Raum mit Stickgas anfüllt, als die Pflanze selbst einnimmt. Froriep's Tagesberichte, Sept. 1851, Botanik, S. 220.

70) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie, Braunschweig 1846, sechste Auflage, S. 29.

70[a]) Vogel in dem Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XXV, p. 256, 257.

70[b]) Die beweisenden Zahlen hoffe ich im Jahrgang 1855 der Wiener Medicinischen Wochenschrift von Wittelshöfer mitzutheilen.

71) Bence Jones in den Comptes rendus, t. XXXI, p. 898. Vgl. den Widerspruch von Jaffé in dem Journal für praktische Chemie, Bd. LIX, S. 239, 240, und die Entgegnung von Bence Jones in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCII, S. 96, 97.

72) Lewy in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 348, 349.

73) J. H. Gladstone and C. Gladstone in Philosophical Magazine, Sept. 1851, p. 220, 221.

74) Garreau in den Comptes rendus, t. XXXII, p. 298, 299. Ch. Morren, l'Institut, 24 Décembre 1851, p. 413.

75) Chambert in dem Edinburgh medical and surgical journal, t. CLXXXIX, p. 462.

76) Liebig, chemische Briefe, S. 405.

77) Ebendaselbst S. 483.

78) Ebendaselbst S. 490.

78[a]) Um diese Verhältnisse rasch übersehen zu können, vergleiche man z. B. die Tafeln in Valentin's Grundriß der Physiologie, dritte Auflage, S. 114, 116.

79) Liebig, chemische Briefe, S. 484.

80) Ebendaselbst S. 454, 455.

81) Ebendaselbst S. 471.

82) Ebendaselbst S. 454.

83) Ebendaselbst S. 455.

84) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Leipzig 1842, S. 133.

85) Donders und Moleschott in den Holländischen Beiträgen zu den anatomischen und physiologischen Wissenschaften, Bd. I, S. 373.

86) Liebig, chemische Briefe, S. 404, 405.

87) Ebendaselbst S. 483.

88) Ebendaselbst S. 405.

89) Ebendaselbst S. 566, 568.

90) Ebendaselbst S. 480.

91) Liebig, die Thierchemie oder die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Physiologie und Pathologie, dritte Auflage, Braunschweig 1846, S. 107.

92) Liebig, chemische Briefe, S. 670.

93) G. J. Mulder, scheikundige onderzoekingen, Deel IV, p. 412—418.

94) Liebig, chemische Briefe, S. 451 in der Note.

95) Ebendaselbst S. 452.

96) Stenhouse in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXX, S. 217.

97) Liebig, chemische Briefe, S. 452.

98) Ebendaselbst S. 442, 557.

99) Ebendaselbst S. 560, 561, 576.

100) Mulder, Versuch einer allgemeinen physiologischen Chemie, übersetzt von Jac. Moleschott, S. 341.

101) Liebig, chemische Briefe, S. 596.

102) Scherer in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIII, S. 330 u. folg. Scherer fand in dem Herzmuskel Hypoxanthin, $N^2C^5H^2O$, einen Stoff, zu welchem sich die Harnsäure, $N^2C^5H^2O^3$, wie eine höhere Oxydationsstufe verhält.

103) Barry in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1850, S. 535.

104) Vgl. Donders und Moleschott in den Holländischen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleschott, Bd. I, S. 369, 370.

105) Mayer und Brazier in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXI, S. 321.

106) Liebig, chemische Briefe, S. 532.

107) Ebendaselbst S. 500.

108) Ebendaselbst S. 501, 598, 599.

109) Mulder, scheikundige onderzoekingen, Deel IV, p. 418.

110) Jac. Moleschott, Physiologie des Stoffwechsels, Erlangen 1851, S. 83—90.

111) Liebig, chemische Briefe, S. 523. Die kohlensauren Salze im Blut sind nachgewiesen von van Enschut, Marchand, mir, Lehmann, Mulder und Verdeil.

112) Liebig, ebendaselbst S. 507.

113) Moleschott in den Holländischen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleschott, Bd. I, S. 172, 173.

114) Liebig, chemische Briefe, S. 505.

115) Henle in seinem Jahresbericht über die Leistungen in der Histologie im Jahr 1847 (Erlangen 1848) S. 44, Note.

115[a]) Ludwig Wachsmuth in Virchow's Archiv für pathologische Anatomie, Bd. VII, S. 335. Wachsmuth selbst geht wohl zu weit, wenn er aus einer vereinzelten Beobachtung gegen die Schmidt'sche Aufstellung einen Einwurf entnimmt.

116) Liebig, chemische Briefe, S. 531.

117) Breed in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXX, S. 124.

118) Liebig, chemische Briefe, S. 504.

119) Gobley, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVII, p. 414, t. XIX, p. 421, und über das phosphorhaltige Fett des Bluts in den Archives générales de médecine, 4e sér. t. XXVII, p. 236.

120) Liebig, chemische Briefe, S. 598, 599.

121) Lassaigne, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVIII, p. 349.

121[a]) Genth in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXXI, S. 68.

122) Weiß in der Zeitschrift der königlich kaiserlichen Gesellschaft der Aerzte in Wien, Jahrgang VII, S. 344.

122[a]) Moleschott in Müller's Archiv 1853, S. 73

u. folg., und in Wittelshöfer's Wiener Medicinischer Wochenschrift, Jahrgang III, S. 209—213.

123) Von Gorup-Besanez in den Jenaischen Annalen für Physiologie und Medicin, Bd. II, S. 241, 242.

124) Chatin und Bouvier in Froriep's Tagesberichten, 1851 August, Nro. 352, S. 200.

125) Nach Mulder in den Holländischen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleschott, Bd. I, S. 149, und nach Strecker in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIII, S. 340.

126) Vgl. Liebig, chemische Briefe, S. 530.

127) Ebendaselbst S. 514.

128) Ebendaselbst S. 529.

129) C. Schmidt, vgl. Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Leipzig 1850, Bd. II, S. 179.

130) Adolf Strecker in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXX, S. 176, 177.

131) In Laminaria latifolia, Eklonia buccinalis, Iridaea edulis, Polysiphonia elongata. Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels, S. 167.

132) Baillarger, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 531, 532.

133) Blondeau in Froriep's Tagesberichten, 1851 August, Nro. 350, S. 181.

133[a]) Stevenson Macadam in dem New Edinburgh Philosophical Journal 1852, April to July, p. 170, 171, und July to October, p. 319—321; Lohmeyer in Fechner's Centralblatt 1854, S. 50; de Luca, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XXVI, p. 260, 261.

133[b]) E. Marchand in den Comptes rendus, t. XXXIV, p. 56; vgl. Journal de pharmacie et de chimie, t. XXI, p. 96, 98; Barral in den Comptes rendus, t. XXXV, p. 431; Meyrac, ebendaselbst t. XXXIV, p. 715, 716; und vorzüglich van Ankum in dem Journal für praktische Chemie, Bd. LXIII, S. 261—278.

134) Chatin in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 529 und Fourcault, ebendaselbst p. 519, ferner Chatin, ebendaselbst t. XXXIV, p. 17 und 18.

135) Chatin, ebendaselbst t. XXXIII, p. 584, 585.

135[a]) Grange in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 629.

136) Verdeil und Marcet, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 91, 92.

137) Liebig, chemische Briefe, S. 554.

137[a]) Cloëtta in Virchow's Archiv für pathologische Anatomie, Bd. VII, S. 168.

137[b]) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, zweite Auflage, zweite Umarbeitung, 1853, Bd. I, S. 107; Siegmund in den Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. III, S. 50.

137[c]) Scherer spricht sich in neuerer Zeit mit Bestimmtheit dahin aus, daß Buttersäure, Essigsäure und Ameisensäure im Fleisch vorhanden seien. Siehe: Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. I, S. 52.

138) Georg Liebig, Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 327—329.

139) Nach Scharling athmet der Mensch in 24 Stunden für je 100 Gramm Körpergewicht 0,292, die Taube nach Boussingault dagegen 2,742 Gramm Kohlensäure aus. Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels S. 487.

140) Gerlach in J. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1851, S. 460. Beim Lungenathmen des Menschen verhält sich nach Gerlach die ausgeathmete Kohlensäure zu dem aufgenommenen Sauerstoff wie 6 : 7; beim Hautathmen dagegen wie 6 : 2⅔. A. a. O. S. 462.

140[a]) Duchek in der Prager Vierteljahrschrift, 1853, Bd. III, S. 133.

141) Liebig, chemische Briefe, S. 389, 390.

141[a]) Welcker hat durch seine Untersuchungen über die

färbende Kraft des Blutfarbstoffs und darauf gegründete Versuche über die Blutmenge wahrscheinlich zu machen gesucht, daß das Blut nur etwa $^1/_{10}$ des Gewichts des menschlichen Körpers betragen sollte. So günstig seine Versuche und die daran geknüpfte Erörterung für seine Annahme sprechen, so unüberwindlich scheint mir dagegen das Ergebniß der unmittelbaren Beobachtung. Ich gestehe, daß ich bei der bekannten Fehlerquelle, welche bei Valentin's sinnreichem Verfahren, die Menge des Bluts zu bestimmen, nicht zu umgehen ist, nämlich der Abgabe von Blutwasser an die Gewebe und Drüsen, immer ein weit größeres Gewicht auf Wrisberg's unmittelbare Beobachtungen gelegt habe. Wrisberg fing einmal aus dem Körper einer enthaupteten Frau 24 Pfund Blut auf und sah in einem anderen Falle durch einen Gebärmutterfluß 26 Pfund Blut verloren gehen. Siehe Valentin's Lehrbuch der Physiologie des Menschen, zweite Auflage, Bd. I, S. 495. Es mag sein, daß, wenn ein Körper verblutet, in Folge der gesteigerten Auffaugung eine erhebliche Menge des bereits aus den Gefäßen ausgeschwitzten Nahrungssaftes in die Gefäße zurückkehrt, und Welcker kann leicht Recht behalten, indem er bei seiner Erörterung offenbar nur das in einem bestimmten Zeitpunkt in den Gefäßen und dem Herzen enthaltene Blut im Auge hat. Für unsere Rechnung bleibt es sich ziemlich gleich, ob jene 24 — 26 Pfund Blut in einer oder mehren Minuten den Gefäßen angehören und ob ein Theil derselben in einem bestimmten Augenblick außerhalb der Gefäße zu suchen ist. Aus Welcker's Gesichtspunkt sind seine Versuche und seine Zweifel sehr beachtenswerth, wenngleich gewiß nicht entscheidend. Vgl. seinen Aufsatz: „Blutkörperchenzählung und färbeprüfende Methode" in der Prager Vierteljahrschrift für die praktische Heilkunde, Jahrgang XI, Bd. IV, S. 74 — 78.

142) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1842, S. 267.

142[a]) Fremy in den Comptes rendus, t. XXXIX, p. 1055.

143) Peacock, Archives générales de médecine, 4e sér. t. XXVII, p. 212, 213.

143a) Böcker, über den Schlaf, in dem Archiv für wissenschaftliche Heilkunde von Beneke, Nasse und Vogel, Bd. II, S. 105. Am Schlusse des Satzes im Text heißt es durch einen Druckfehler Umbildung statt Anbildung.

144) Mitscherlich in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXV, S. 314.

145) Garreau hat neulich als vorläufige empirische Formel für den Kork (Cuticula) den Ausdruck $C^{17}H^{16}O^{5}$ mitgetheilt. Annales des sciences naturelles, Mai 1850, p. 313.

146) Dessaignes in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIV, S. 361.

147) Schweizer in Erdmann's Journal für praktische Chemie, Bd. LIII, S. 437, 443.

148) Schönbein in Erdmann's Journal, Bd. LII, S. 188 — 190.

149) Vor einiger Zeit hat Dessaignes bekannt gemacht, daß er aus Chenopodium vulvaria das Propylamin dargestellt und der bestätigenden Elementar-Analyse unterworfen habe. L'Institut, 1 Octobre 1851, p. 314; Comptes rendus, t. XXXIII, p. 358.

149a) Wittstein in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. XCI, S. 121, 122.

150) Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XX, p. 208.

151) Schweizer in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 441.

152) Liebig, chemische Briefe, S. 24, vgl. ebendaselbst S. 60.

153) Guckelberger in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXIV, S. 82, und Keller, ebendaselbst Bd. LXXII, S. 38.

154) Déville in Comptes rendus, t. XXVIII, p. 324;

Hlasiwetz in dem Journal von Erdmann und Marchand, Bd. LI, S. 373, und ferner Hlasiwetz in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXI, S. 51—54. Vgl. Jac. Moleschott, Physiologie des Stoffwechsels, S. 349 und 350, wo diese lehrreichen Thatsachen in inneren Zusammenhang gebracht sind.

155) Cahours in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. XLVIII, S. 61.

156) Schloßberger, organische Chemie, Stuttgart 1850, S. 236. — Nach den Untersuchungen von Delffs, der das önanthsaure Aethyloxyd und önanthsaures Silberoxyd analysirte und außerdem eine Barytbestimmung des önanthsauren Baryts vornahm, stimmt die Oenanthsäure mit der von Pleß und Redtenbacher in Pelargonium roseum aufgefundenen Pelargonsäure (Rosenkrautsäure) überein. Vgl. Delffs in Poggendorff's Annalen, Bd. LXXXIV, S. 509—515.

156[a]) Vgl. Hofmann in Erdmann's Journal, Bd. LV, S. 189, 190.

157) Liebig, chemische Briefe, S. 242.

157[a]) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, zweite Auflage, 1853, Bd. III, S. 160.

157[b]) Schwarz, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXIV, S. 83, 84.

158) Garreau, Annales des sciences naturelles, Juin 1850, p. 345.

159) Liebig, chemische Briefe, S. 398.

160) John Davy in Philosophical Transactions 1850, t. II, p. 447. Davy fand die Wärme innerhalb der Wendekreise um 1° Fahrenheit höher, also um etwas mehr als ½° C.

161) Liebig, chemische Briefe, S. 397.

162) Ebendaselbst S. 437.

163) Andrews in dem Journal von Erdmann und Marchand, Bd. I, S. 478.

164) Chevreul in den Annales de chimie et de physique, t. XIX, p. 33—49.

165) Liebig, chemische Briefe, S. 479.

166) Liebig, ebendaselbst S. 490.

167) Liebig, ebendaselbst S. 479.

168) Liebig, ebendaselbst S. 479.

169) Jac. Moleschott, Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren, S. 60, 61.

170) Liebig, chemische Briefe, S. 480.

171) Vgl. die reiche Zusammenstellung von Wärmemessungen an Säugethieren bei Tiedemann, Physiologie des Menschen, Darmstadt 1830, Bd. I, S. 454—459.

172) Donders in den Holländischen Beiträgen von van Deen, Donders und Moleschott, Bd. I, S. 272, 273.

173) Ich breche hier die Gelegenheit vom Zaun, um in meiner Physiologie des Stoffwechsels, S. 37, einen widerwärtigen Schreibfehler auszumerzen. Die Namen Galilei und Torricelli sind dort verwechselt.

174) Liebig, chemische Briefe, S. 399, 400.

175) Frerichs, Artikel Verdauung in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 663.

176) G. Valentin, Grundriß der Physiologie des Menschen, dritte Auflage, Braunschweig 1850, S. 373.

177) Von Bärensprung in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, 1851, S. 160—162.

178) Hermann Nasse, Artikel Thierische Wärme in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 54.

179) Bouchardat in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 543.

180) Bernard, Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIX, p. 315, 328.

181) Person in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXXIII, p. 464.

182) Georg Forster, sämmtliche Schriften, Bd. V, S. 368.

183) Von Bärensprung in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1851, S. 154.

184) Tiedemann, Physiologie des Menschen, Bd. I, S. 462, 463.

185) Tiedemann, ebendaselbst S. 468, 472, 473.

186) Regnault und Reiset in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXXIII, S. 298.

187) Thomas Woods in Philosophical Magazine, October 1851, p. 269—273.

188) Collet hat in Strecker's Laboratorium gezeigt, daß die Palmfettsäure, welche Heintz genauer kennen lehrte, mit der Perlmutterfettsäure übereinstimmt, und dadurch für diesen Körper Chevreul's klassische Untersuchung in ihre Rechte wieder eingesetzt. Vgl. Strecker, das chemische Laboratorium der Universität Christiania. Universitätsprogramm 1854. S. 86—88.

189) Liebig, chemische Briefe, S. 437.

190) H. Nasse, Artikel Thierische Wärme in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 95.

191) Vgl. Donders, der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme bei Pflanzen und Thieren, Wiesbaden 1847, eine von den vortrefflichen Abhandlungen, die ihren wahren Werth für einen größeren Leserkreis dadurch beurkunden, daß sie für Naturforscher ebenso lesenswerth sind, wie für Laien.

192) H. Nasse, a. a. O. S. 77.

193) Liebig, chemische Briefe, S. 402.

194) Bopp in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXIX, S. 20; Hinterberger, ebendaselbst Bd. LXXI, S. 76, 77; Gudelberger, ebendaselbst Bd. LXIV, S. 82; Keller, ebendaselbst Bd. LXXII, S. 38.

195) Vgl. Schweizer in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 443.

196) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agri-

cultur und Physiologie, sechste Auflage, Braunschweig 1846, S. 410, 411.

197) Anderson in Erdmann's Journal, Bd. LIV, S. 39, 40.

198) Frerichs und Städeler in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1854, S. 382—392.

198a) Rud. Virchow, Offenes Schreiben an Herrn Geheimen Rath Schönlein, vom 18. Januar 1855, Abdruck aus Göschen's „Deutscher Klinik," S. 7.

199) Liebig, chemische Briefe, S. 453.

200) Frerichs in Vierordt's Archiv für physiologische Heilkunde, Bd. X, S. 403, 413, 415, 416, 419.

201) Briefwechsel zwischen Göthe und Zelter, herausgegeben von Riemer, Berlin 1834, Bd. I, S. 93.

202) Poggiale in den Comptes rendus, t. XXV, p. 110, und H. Nasse, Artikel Blut in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 164.

203) Schrenk in Froriep's Tagesberichten, 1851, S. 207, 208.

204) Vgl. Frerichs, Art. Verdauung in Rud. Wagner's Handwörterbuch, S. 798.

205) Frerichs, a. a. O. S. 759 und 788.

206) Liebig's chemische Briefe, S. 536, und Valentin's Grundriß der Physiologie, 3. Auflage, Braunschweig 1850, S. 357.

207) Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVI, p. 448.

208) Vgl. Frerichs, a. a. O. S. 718.

209) Liebig, chemische Briefe, S. 545.

210) Liebig, ebendaselbst S. 556.

211) Liebig, ebendaselbst S. 509, 545.

212) Liebig, ebendaselbst S. 509, 510.

213) Verdeil in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. LXIX, S. 94—97.

214) C. G. Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Leipzig 1842, Bd. I, S. 191.

215) H. Nasse, über den Einfluß der Nahrung auf das Blut, Marburg und Leipzig 1850, S. 87.

216) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, zweite Ausgabe, Bd. II, S. 444.

217) Gazette médicale, 1850 Janvier, p. 62.

218) Froriep's Notizen, December 1849, S. 262.

219) Rawitz, de vi alimentorum nutritia, Vratislaviae 1846, p. 37, 38.

220) Donders, der Stoffwechsel als die Quelle der Eigenwärme bei Pflanzen und Thieren, Wiesbaden 1847, S. 65—67.

221) Liebig, chemische Briefe, S. 615.

222) Liebig, ebendaselbst S. 604.

223) Vierordt, Physiologie des Athmens, Karlsruhe 1845, S. 93, 94; Scharling im Journal für praktische Chemie von Erdmann und Marchand, Bd. XLVIII, S. 439 und folg.

224) Liebig, chemische Briefe, S. 605.

225) George Sand, le Piccinino, Bruxelles et Leipzig, t. I, p. 77; Liebig, chemische Briefe, S. 603.

225[a]) Julius Lehmann in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVII, S. 211—217. Vgl. Böcker in dem Archiv des Vereins für wissenschaftliche Heilkunde von Beneke, Nasse und Vogel, Bd. I, S. 234 u. f.

226) Liebig, chemische Briefe, S. 608, 609.

227) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel für das Volk, Erlangen 1850, S. 146—148.

227[a]) Donders, die Nahrungsstoffe, S. 61 u. folg., 81, 88.

228) Guillemette fand das Cumarin in Melilotus officinalis, Bleibtreu in Anthoxanthum odoratum, Guibourt, Boutron und Boullay in den Tonkabohnen von Dipterix ornata, Koßmann und Bleibtreu im Waldmeister, Aspe-

rula odorata. Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren, S. 343.

229) Liebig, chemische Briefe, S. 612.

230) W. H. Riehl, Die bürgerliche Gesellschaft, Stuttgart und Tübingen 1851, S. 50.

231) Liebig, chemische Briefe, S. 329.

232) Liebig, ebendaselbst S. 484.

233) Valentin, Grundriß der Physiologie des Menschen, Braunschweig 1850, S. 136.

234) Lehmann, Lehrbuch der physiologischen Chemie, Leipzig 1850, zweite Auflage, Bd. I, S. 272.

235) Valentin, a. a. O. S. 5, 11.

236) Lehmann, a. a. O. S. 270 und an vielen andern Stellen.

237) Liebig, chemische Briefe, S. 82.

238) Liebig, ebendaselbst S. 166.

239) Man wird es mir nicht verargen, wenn ich hier und an einigen anderen Stellen in den Worten meiner Einleitung zur Physiologie des Stoffwechsels rede. Theilweise denke ich mir andere Leser, und dann war es mir Bedürfniß, die in jener Einleitung nur angedeuteten Gedanken hier genauer zu entwickeln, da die folgenden Briefe wesentlich gestützt sind auf den Satz, daß die Kraft eine Eigenschaft des Stoffes ist.

240) Liebig, chemische Briefe, S. 371.

241) Liebig, ebendaselbst S. 367.

242) Liebig, ebendaselbst S. 383.

243) Pasteur in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 218, und Biot in seinem vortrefflichen Bericht über Pasteur's Arbeiten, ebendaselbst p. 560.

244) Liebig, chemische Briefe, S. 152.

245) De Senarmont in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 447.

246) Pasteur, Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXVIII, p. 72 u. folg.

247) Pasteur in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 219.

248) Liebig, chemische Briefe, S. 232.

249) Liebig, ebendaselbst, S. 55.

250) Liebig, ebendaselbst S. 222.

251) Liebig, ebendaselbst S. 231.

252) Draper in dem Philosophical Magazine, 4th series, Vol. I, May 1851, p. 392. „The immediate cause assigned for such decompositions is, that a ray forcing the material particles on which it falls into a state of rapid vibration, it comes to pass in many compound molecules that their constituent atoms can no longer exist together as the same group, because of the impossibility of their being animated by consentaneous or conspiring motions; and dislocation, rearrangement or decomposition is the result.'

253) Svanberg's Jahresbericht über unorganische Chemie, Jahrgang XXX, S. 111.

254) Liebig, chemische Briefe, S. 230.

255) Vgl. Kohn in Erdmann's Journal, Bd. LIV, S. 27, und Erdmann, ebendaselbst Bd. LII, S. 428—431.

256) H. Rose in Erdmann's Journal, Bd. LIII, S. 489.

257) Rose, ebendaselbst S. 115—118.

258) Bunsen und Playfair in den Annalen von Liebig und Wöhler, Bd. XLII, S. 262 und 396; Rieken in den Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXIX, S. 78.

259) Berthelot in den Annales de chimie et de physique, 3e ser. t. XXXIII, p. 295—301.

259a) Strecker, das chemische Laboratorium der Universität Christiania, S. 100, 101.

259b) Berthelot in den Comptes rendus, t. XL, p. 102.

260) Liebig, chemische Briefe, S. 577.

261) Liebig, ebendaselbst S. 24 und 60.

262) Liebig, ebendaselbst S. 356.

263) Liebig, ebendaselbst S. 168.

264) Liebig, ebendaselbst S. 287.

265) Liebig, ebendaselbst S. 23.

266) Liebig, ebendaselbst S. 24, 25, 226, 227, 238.

267) Liebig, ebendaselbst S. 239.

268) Liebig, ebendaselbst S. 205.

269) Liebig, ebendaselbst S. 341, 342.

270) Liebig, ebendaselbst S. 227, in der Note.

271) Liebig, ebendaselbst S. 18.

272) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität, Berlin 1848, Bd. I, Vorrede S. 38.

273) Liebig, chemische Briefe, S. 339, 340.

274) Liebig, ebendaselbst S. 377, 378.

275) Liebig, ebendaselbst S. 359.

276) Du Bois-Reymond, a. a. O. in der Vorrede, S. 39—41, 43, 44.

277) Liebig, chemische Briefe, S. 576.

278) Liebig, ebendaselbst S. 344, 345.

279) Liebig, ebendaselbst S. 598, 599.

280) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, Erlangen 1850, S. 115, 116.

281) Liebig, chemische Briefe, S. 599.

282) Liebig, ebendaselbst S. 324.

283) Gobley, Journal de pharmacie et de chimie, 3e sér. t. XVII, p. 414. Vgl. meine Physiologie des Stoffwechsels in Pflanzen und Thieren, S. 383.

284) Liebig, chemische Briefe, S. 342.

285) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, S. 80.

286) Liebig, chemische Briefe, S. 501.

286[a]) Ernst Stöckhardt's Zeitschrift für deutsche Landwirthe, Jahrgang 1855, Heft 1 u. 2, S. 14, in der Note.

286[b]) Annalen von Liebig, Wöhler und Kopp, Bd. LXXXV, S. 222, 223.

286[c]) Ebendaselbst Bd. XCI, S. 12.

287) Liebig, chemische Briefe, S. 471.

287[a]) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere, Mannheim 1854, S. 105.

288) Vgl. die Beobachtungen von Bouchardat und Sandras, Schrader, Ogston und namentlich von Tiedemann in meiner Physiologie der Nahrungsmittel, Darmstadt 1850, S. 535, 536.

289) Von Bärensprung in Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrgang 1851, S. 164.

290) Man vergleiche die Abbildung eines Negerhirns in Tiedemann's berühmter Schrift: Das Hirn des Negers mit dem des Europäers und Orang-Outangs verglichen, Heidelberg 1837, Tafel III, und von den klassischen Icones cerebri simiarum et quorundam mammalium rariorum, Heidelbergae 1821, Tafel I, Fig. 5, die Abbildung des Hirns und der Kopfnerven des Schweineschwanz-Affen, und Tafel II, Fig. 8, die eines Robben.

291) Gratiolet in den Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 185.

292) Gratiolet, ebendaselbst p. 186. „Dans le cerveau humain, les deux plis supérieurs de passage de la face externe existent également, mais ils sont tous les deux grands et superficiels, en sorte que la scissure perpendiculaire externe est complètement oblitérée. Cette rémarque résout une des plus grandes difficultés que soulève la comparaison du cerveau de l'homme avec le cerveau des singes."

293) Tiedemann, das Hirn des Negers, Tafel VI, Fig. 1, das Hirn des Orang-Outangs, Fig. 3, das Hirn des Chimpanse.

294) Vgl. Tiedemann's bekannte bahnbrechende Schrift: Anatomie und Bildungsgeschichte des Gehirns im Fötus des Menschen, nebst einer vergleichenden Darstellung des Hirnbaues in den Thieren, Nürnberg 1816, S. 142.

295) Nach Leuret, Anatomie comparée du système ner-

veux considéré dans ses rapports avec l'intelligence, Paris 1839, in Erinnerung gebracht von Gratiolet, Comptes rendus, t. XXXIII, p. 485, 486. Vgl. Gratiolet in den Annales des sciences naturelles, 3e sér. t. XIV, p. 187.

295[a]) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen, S. 113.

296) Liebig, chemische Briefe, S. 61.

297) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen über das Gehirn des Menschen und der Wirbelthiere, S. 22, 23, 34, 35, 120, 123, 129. Ueberhaupt liefert diese gediegene Schrift auf jeder Seite den Beweis, wie bedeutungsvoll die Mischung des Gehirns je nach der Entwicklungsstufe der Thiere wechselt.

297[a]) Schloßberger in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVI, S. 120, 121; von Bibra, vergleichende Untersuchungen über das Gehirn u. s. w., S. 117, 118. Vgl. Hauff und Walther in den Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXV, S. 48.

298) H. Nasse, Artikel Thierische Wärme in Rudolph Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, S. 104.

298[a]) Von Bibra, Vergleichende Untersuchungen, S. 32, 88, 99, 104.

299) Liebig, chemische Briefe, S. 600.

300) Liebig, ebendaselbst S. 466.

301) Biot in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 557. „C'est ainsi que les géomètres ont une notion parfaite du cercle, quoique la nature ni l'art ne leur aient jamais présenté de cercle parfait."

302) Liebig, chemische Briefe, S. 376.

303) Liebig, ebendaselbst S. 71.

304) Liebig, ebendaselbst S. 617 und 538.

305) Karl Vogt, Physiologische Briefe für Gebildete aller Stände, Stuttgart und Tübingen 1847, S. 206.

306) Liebig, chemische Briefe, S. 466, 467.

307) Condorcet schrieb über Voltaire's englische Briefe: La publication de ces lettres excita une persécution, dont, en

les lisant, on aurait peine à concevoir l'acharnement, mais il y combattait les idées innées et les docteurs croyaient alors que s'ils n'avaient point d'idées innées, il n'y aurait pas de caractères assez sensibles pour distinguer leur âme de celle des bêtes. D'ailleurs il y soutenait avec Locke, qu'il n'était pas rigoureusement prouvé que dieu n'aurait pas le pouvoir, s'il le voulait absolument, de donner à un élément de la matière la faculté de penser; et c'était aller contre le privilège des théologiens, qui prétendent savoir à point nommé, et savoir seuls, tout ce que dieu à pensé, tout ce qu'il a fait ou pu faire, depuis et même avant le commencement du monde. Angeführt bei Schlosser, Geschichte des achtzehnten Jahrhunderts, Heidelberg 1843, dritte Auflage, Bd. I, S. 524.

308) Diese Bemerkung ist gegen Pflüger gerichtet, der neulich in Müller's Archiv, Jahrgang 1851, S. 487, auch dem Rückenmark Bewußtsein zusprechen wollte.

309) Jobert (de Lamballe) in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 535, 536.

310) Du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität, Bd. II, S. 590.

311) Du Bois-Reymond in den Comptes rendus, t. XXVIII, p. 641—643, und t. XXIX, p. 8, in einem Brief von Alexander von Humboldt an Arrago.

312) Boerhave und Albinus in ihrer Vorrede zu Andreae Vesalii opera omnia, Lugduni Batavorum 1725, p. 4.

313) Riehl, die bürgerliche Gesellschaft, S. 123.

314) Liebig, chemische Briefe, S. 5.

315) Prichard, Researches into the physical history of mankind, fourth edition, London 1841, p. 174. „The same race who in the age of Tacitus dwelt in solitary dens, amid morasses, have built St. Petersburg and Moskow; and the posterity of cannibals and phthirophagi now feed on pillau or wheaten bread.“

316) Liebig, chemische Briefe, S. 6.

317) Angeführt bei Liebig, S. 626.

318) Nach der Uebersetzung von Wilhelm von Humboldt, Leipzig 1816, Vers 173—176, S. 9.

319) Liebig, chemische Briefe, S. 616, 617.

320) Liebig, ebendaselbst S. 32.

321) Liebig, ebendaselbst S. 621.

322) Liebig, ebendaselbst S. 31, 32.

323) Liebig, ebendaselbst S. 607.

324) Tout comprendre, ce serait tout pardonner. Madame de Stael in der Corinne.

325) In der Sitzung am 10. Februar 1852 hat die Hessische Kammer in Darmstadt mit 23 gegen 21 Stimmen den Gesetzentwurf, nach welchem die Todesstrafe wieder eingeführt wird, angenommen.

326) G. G. Gervinus, Neuere Geschichte der poetischen National-Literatur der Deutschen, Leipzig 1842, zweiter Theil, S. 130.

327) Briefwechsel zwischen Goethe und Zelter, Bd. I, S. 45.

328) Ebendaselbst Bd. V, S. 395.

329) Riehl, die bürgerliche Gesellschaft, S. 233.

330) Rudolph Wagner in der Beilage zur Augsburger Allgemeinen Zeitung, am 20. Januar 1852.

331) Liebig, chemische Briefe, S. 6.

332) Liebig, ebendaselbst S. 622, 623.

333) Liebig, ebendaselbst S. 624, 625, 626.

334) Liebig, ebendaselbst S. 619.

335) Liebig, ebendaselbst S. 674.

335 a) Thiers, Résumé de l'histoire de France, quinzième édition, Bruxelles 1840, p. XXIX.

336) Oesterlen, Handbuch der Hygieine für den Einzelnen wie für eine Bevölkerung, Tübingen 1851, S. 573.

336 a) Beilage zu Nr. 305, 310 und 311 der Augsburger Allgemeinen Zeitung. Um über den Vorwurf der Zweideutigkeit

urtheilen zu können, muß man die drei Nummern durchaus mit einander vergleichen.

337) Liebig, chemische Briefe, S. 678, 679.

338) Millon in den Annales de chimie et de physique, 3e sér. t. XXVI, p. 8 und folgende, und Donders im Nederlandsch lancet von Donders, Ellermann und Jansen, 1849 Juni, p. 747.

339) Liebig, chemische Briefe, S. 594.

340) Kekulé bei Liebig, ebendaselbst S. 595.

341) Péligot in den Comptes rendus, t. XXVIII, p. 186. Péligot sagt mit Rücksicht auf Millon: „Quant à la conclusion que ce chimiste tire de ses analyses, que le son est une matière essentiellement alimentaire, qu'on peut laisser avec grand avantage dans la farine destinée à faire le pain, je dois faire observer que la difficulté que présente la conservation du son dans la farine destinée à faire le pain de belle qualité me paraît résulter beaucoup moins de la présence de quelques centièmes de cellulose contenus dans le blé que de celle de la matière grasse. Celle-ci se trouve dans le son en quantité au moins triple de celle qui reste dans la farine, et le blutage la sépare du blé moulu non moins utilement que la cellulose elle-même."

342) Liebig, chemische Briefe, S. 595.

343) Payen in den Comptes rendus, t. XXVIII, p. 196.

344) Mulder, Scheikundige onderzoekingen, Deel V, p. 432.

344*) Decaisne in den Comptes rendus, t. XL, p. 77, 83, und Fremy, ebendaselbst p. 128, 129.

345) Abbadie in den Comptes rendus, t. XXX, p. 750.

346) Julius Lehmann, Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXXVII, S. 211—217.

347) Die drei letzten Absätze sind theilweise aus meinem Aufsatz: „Die Nahrungsmittel" in der bei Brockhaus erschienenen „Gegenwart", 1852, S. 175 und 178.

348) Sogond, De l'action comparative du régime animal

et du régime végétal sur la constitution physique et sur le moral de l'homme in den Mémoires de l'académie nationale de médecine, Paris 1850, p. 235. Man vergleiche ferner meinen Aufsatz über die Nahrungsmittel in der „Gegenwart", welchem einige der letzten Absätze entnommen sind.

349) Liebig, chemische Briefe, S. 557, 558.

350) Georg Forster's sämmtliche Schriften, Leipzig 1843, Bd. I, S. 24, 103, in der Note.

351) Beilage der Augsburger Allgemeinen Zeitung, 29. Januar 1852.

352) Liebig, chemische Briefe, S. 563.

353) Chevandier in den Comptes rendus, t. XXXIII, p. 634, 637.

354) Moleschott, Lehre der Nahrungsmittel, für das Volk, Erlangen 1850, S. 242; Prichard, Researches into the physical history of mankind, Vol. I, p. 181.

Berichtigung und Druckfehler.

Seite 69, Zeile 6 v. u. ist das Zeichen [38]) zu streichen.
„ 127, „ 4 und 5 v. u. sind die Worte: *und federkräftigen* zu streichen.
„ 198, „ 6 und 7 v. o. statt *Umbildung* lies: *Anbildung*.
„ 307, „ 5 v. u. statt *welcher* lies: *welche*.
„ 356, „ 9 v. o. ist am Ende des Satzes das Zeichen 259 [b]) einzuschalten.